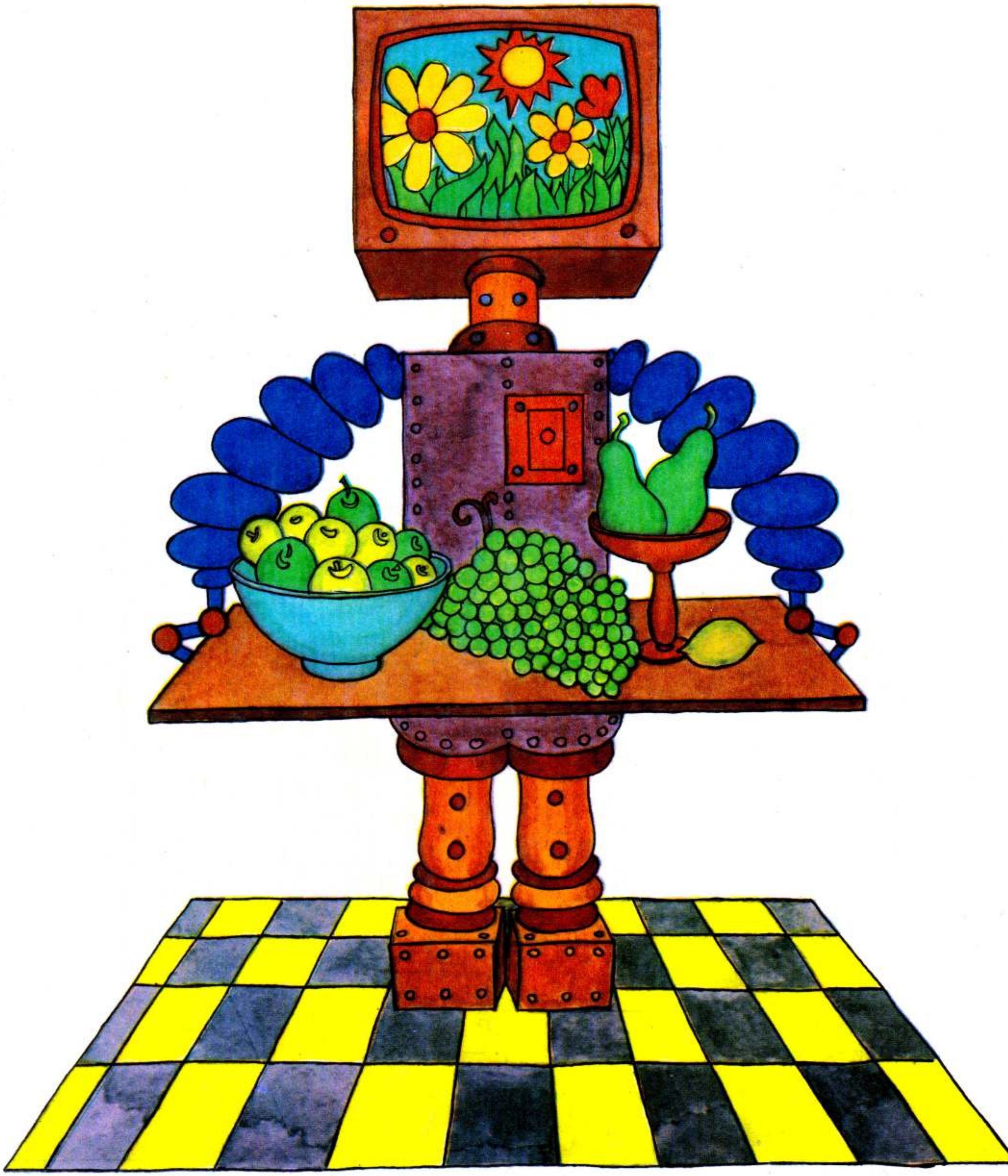
अलेक्सेय क्रीलोव

शेकोटीपासून अणुभट्टीपर्यंत









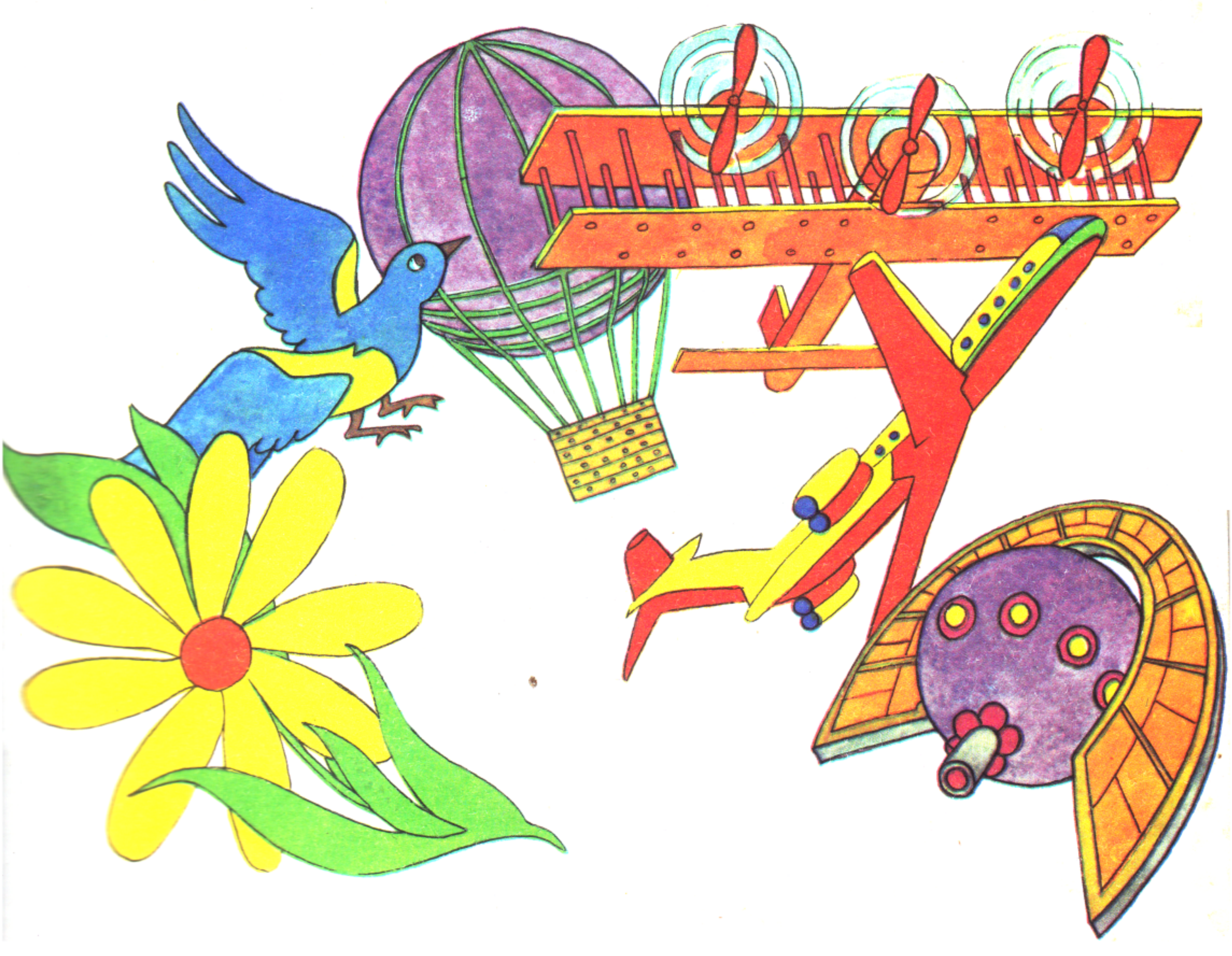
रादुगा प्रकाशन
मॉस्को

लोकवाङ्‌मय गृह प्रा. लि.
मुंबई

विमाने का उडतात?
मोटार आणि आगबोट कशामुळे चालतात?
आपल्या घरांमध्ये आणि कारखान्यांमध्ये वीजपुरवठा का करतात?
माणसे अन्न का खातात? खरेच, का आणि कशामुळे?

अलेक्सेय क्रीलोव
शेकोटीपासून अणुभट्टीपर्यंत

अनुवाद : अनिल ह्वालदार
चित्रे : आंद्रेय प्लातोनोव



А. Крылов

ОТ КОСТРА ДО РЕАКТОРА

на языке маратхи

Alexei Krylov

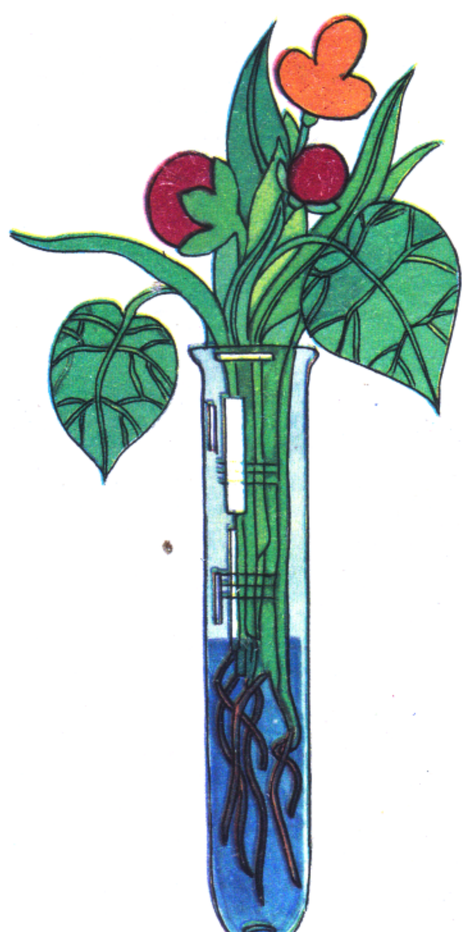
FROM THE BONFIRE TO THE REACTOR

in Marathi

सोविएत संघात मुद्रित

ISBN 5-05-000838-7

अनुक्रमणिका




Al Fe_2O_3
H_2O SO_2
C_6H_{14}
O H_2SO_4


H
Cu
Si

अदृश्य प्रभार

घर कसे बांधतात हे तू पाहिलेस? विटा किंवा सीमेंटचे ठोकळे घेतात, त्यांना उचलून नेतात, गोल फिरवून समांतर करतात आणि योग्य जागी त्यांना बसवितात.

खुद्द विटा आणि घर माणसे बनवितात. त्यांना वेगवेगळया यंत्रांची मदत होते: सीमेंट मिसळणारी यंत्रे, मालवाहू सरकते पट्टे, याऱ्या आणि माल वाहू मोटारी...

माणसांना आणि यंत्रांना काम करता यावे म्हणून – मालवाहून नेणे, उचलणे, ढकलणे, उलट फिरवून बसविणे – ताकदीची आवश्यकता असते. आणि खूप ताकदीची गरज असते.

माणसाला ही ताकद कुठून मिळते? एक म्हण आहे तिच्यानुसार ह्या प्रश्नाचे उत्तर तुला लंगोटात असल्यापासून माहीत आहे. आईने आणि आजीने तुला बहुधा अनेकदा बजावून सांगितले असणार: "खाल्लं नाहीस तर बलवान होणार नाहीस." आणि हे पूर्ण खरे आहे. माणसाला अन्नापासून ताकद मिळते. अन्नापासून त्याला "विटा", "बांधकामाचे साहित्य" वगैरे मिळतात, त्यांच्यामधूनच तो घडलेला आहे.

पण यंत्रे ताकद कुठून मिळवतात? त्यांचे "पोषण" कशावर होते? यादी अशी आहे: तेल, गॅस, पेट्रोल, दगडी कोळसा, सर्पण, रॉकेल, वीज...

"जरा थांबा," तू म्हणशील, "चवदार कटलेट अथवा पेलाभर दूध यांचं काळ्या तेलाच्या पिंपाशी किंवा विजेशी काय साम्य आहे?" प्रथम दृष्टीत काहीही साम्य नाही. पण जरा विचार केला, तर खूप बाबतीत साम्य आहे.

कटलेट, दूध, लोणी फासलेला पावाचा तुकडा, पेट्रोल, गॅस आणि विजेचा प्रवाह ह्या सर्व गोष्टी ताकदीचा प्रभार देतात.

ह्या अदृश्य प्रभाराला ऊर्जा म्हणतात. ऊर्जेची सर्वांना आणि सर्वत्र गरज असते. आगगाडीचे इंजिन बांधण्यासाठी आणि त्याला चालविण्यासाठी, सदरा आणि चामड्याची पिशवी शिवण्यासाठी, अग्निबाण उडविण्यासाठी. धमन्यांमधून रक्त वाहात रहावे, स्नायू बळकट व्हावेत आणि स्पष्ट विचार करता यावा म्हणून ऊर्जेची गरज असते...

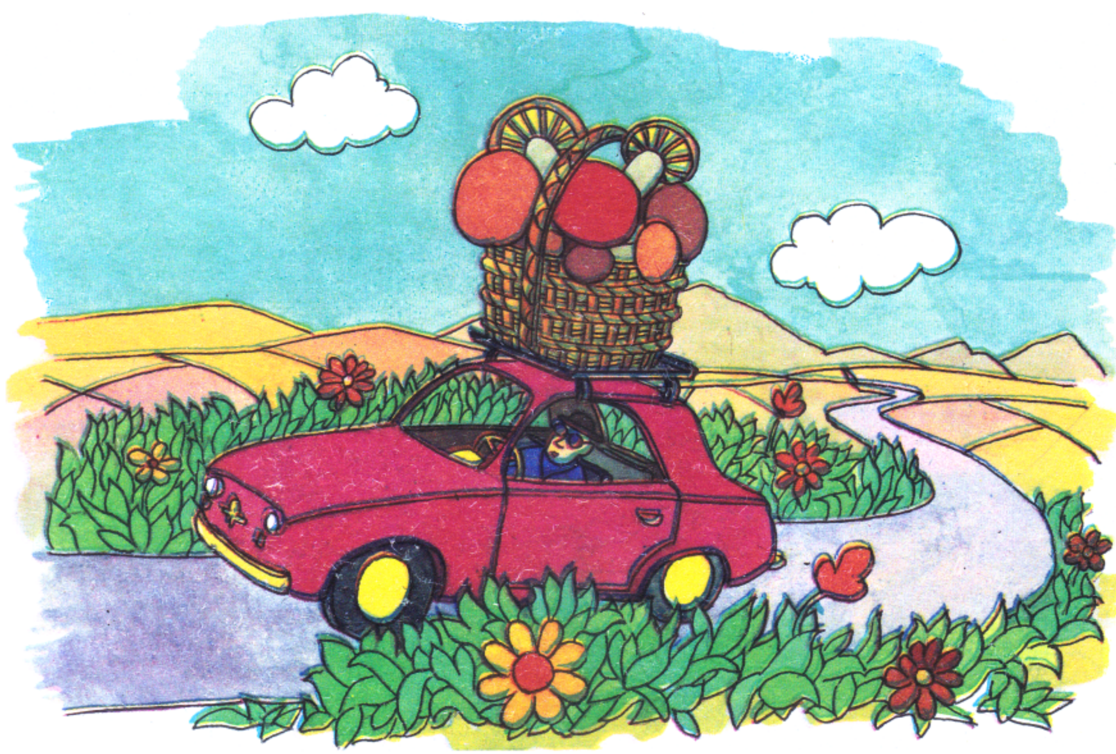
...आपल्या दूरच्या पूर्वजांना फार खडतर आयुष्य जगावे लागले होते. त्यांच्याभोवती गूढ आणि वैरी जगाचा वेढा पडलेला होता. नैसर्गिक आपत्ती, उपासमार, थंडी, जंगली पशू त्यांना दर पावलागणिक धास्ती घालत होते. आणि ह्या प्रबळ प्रतिस्पर्ध्यांविरुद्ध लढा देताना प्राचीन लोकांना सर्वस्वी स्वतःच्या सामर्थ्यावर अवलंबून रहावे लागत होते.

पण केवळ कुशल हात अथवा चपळ पाय यांनीच त्यांना मदत केली असे नव्हे. त्या हिंस्र पशूंचे पाय माणसांपेक्षा अधिक वेगाने धावू शकत होते. तीक्ष्ण आणि चिवट बुद्धी माणसाचे मुख्य शस्त्र होती.

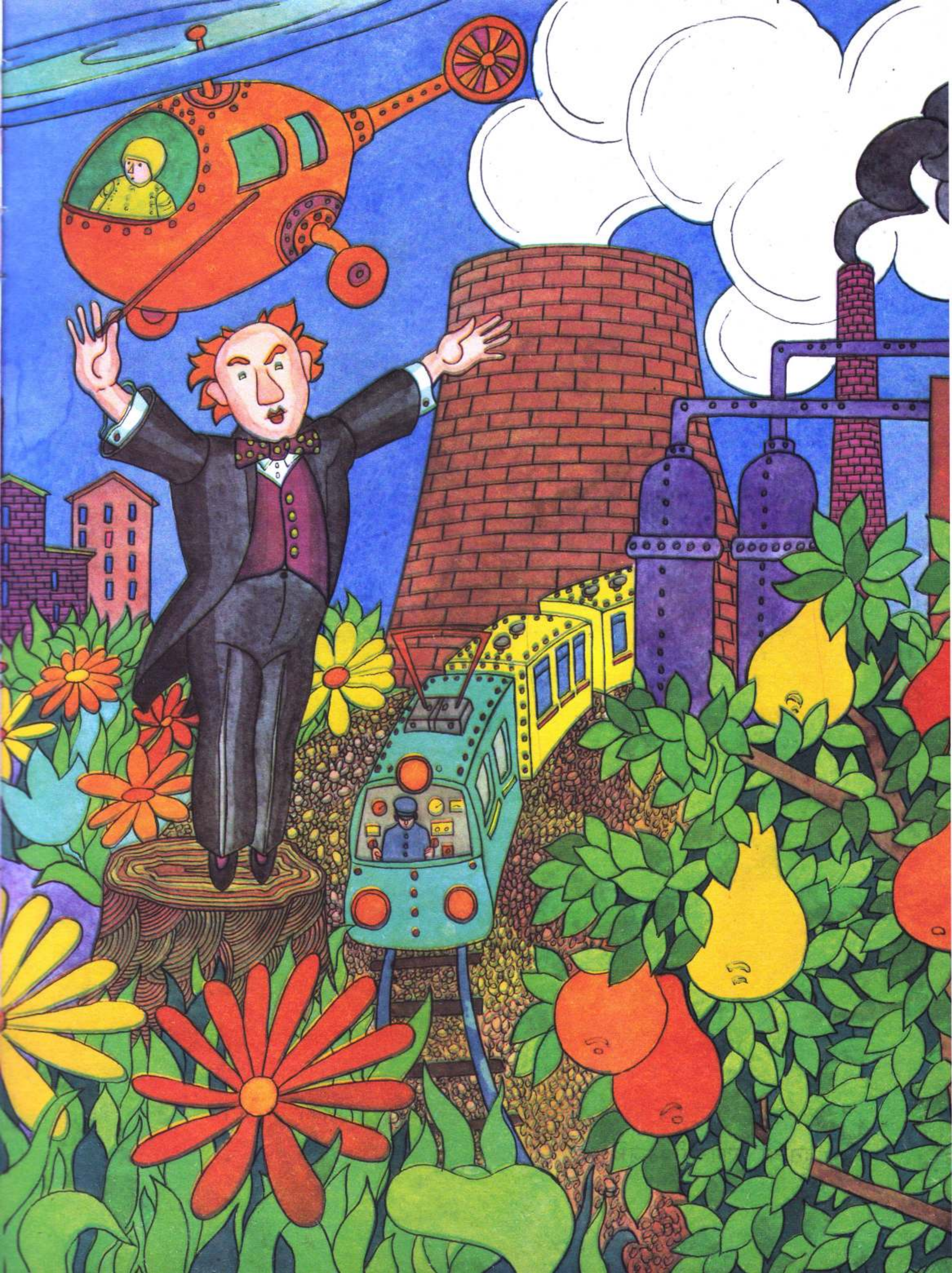
...विद्युल्लतेच्या आघाताने झाड पेटले. वाऱ्याने ठिणग्या सैरभैर उडाल्या. त्या ठिणग्यांमुळे शेजारची झाडे पेटली. झुडुपांमध्ये आग पसरली. आगीच्या ज्वाला गवतापर्यंत लपेटत गेल्या. आणि अरण्यात वणवा पेटला. घाबरून अरण्यामधील पशू जीव घेऊन धावत सुटतात. उंच आकाशात पक्षी झेप घेतात. फक्त बैठ्या अंगलटीचा, कातडी वस्त्रे पांघरलेला माणसांचा एक छोटा गट मात्र अरण्याच्या टोकाशी चिकाटीने थांबून राहिला आहे. भीतीपायी वणव्यापासून दूर पळून जाण्याची त्यांना तीव्र इच्छा होते आहे. पण त्यांना ठाऊक आहे की, वणवा लौकरच विझेल; पेटत्या ज्वालांच्या जागी धगधगते निखारे उरतील आणि ह्या चावऱ्या थंडीच्या रात्री त्या निखाऱ्यांपाशी छान ऊब मिळेल; राखेच्या थराखाली मऊ मऊ भाजलेली कंदमुळे शोधता येतील...

मग त्या पेटत्या निखाऱ्यांना आणून त्यांच्यावर मूठभर सुके गवत फेकण्याची कल्पना कुणालातरी सुचली. अशा रीतीने पहिली शेकोटी पेटली. माणसाने अग्नीला स्वतःच्या काबूत आणले व तो अधिक सामर्थ्यवान बनला.

का? कारण त्याच्यापाशी ऊर्जेचे नवे साधन आले; भूक, अंधार आणि हिंस्र पशूंविरुद्धच्या लढ्यातील सामर्थ्यवान साथी.







१२ ऊर्जा कशी आहे?

तुला एकदम सांगतो: ऊर्जेला कुणीही पाहिलेले नाही. तिला रंग नाही, चव नाही, वास नाही. आपण विटेला जसा हाताने स्पर्श करू शकतो, तसा ऊर्जेला स्पर्श करता येत नाही. ऊर्जेला "पाहण्याचा" फक्त एकच मार्ग आहे – तिला कामाला जुंपले पाहिजे.

आपल्या काळात ह्या अदृश्येची जवळजवळ सर्व गुपिते माणसांना माहीत आहेत.

असे आढळले की, "केवळ ऊर्जा" मुळी अस्तित्वातच नाही. ऊर्जेचे पाच प्रकार आहेत: रासायनिक, औष्णिक, यांत्रिक, विद्युत आणि सरतेशेवटी आण्विक.

सध्या आपण घाईघाईने पुढे धावून त्यांच्या "वैशिष्टचांची" तपशीलवार चर्चा करणार नाही. प्रत्येक गोष्टीला आपापली वेळ आहे.

आत्ता फक्त त्यांच्या अत्यंत महत्त्वाच्या वैशिष्टचांबाबत आणि क्षमतांबाबत बोलू.

पहिले आणि महत्त्वाचे वैशिष्टच एव्हाना आपल्याला ठाऊक आहे. ऊर्जेचे सर्व प्रकार "काम करू शकतात." ऊर्जा हा शब्द अलीकडेच प्रचारात आला आहे – मागील शतकात. तोवर तिला नुसते म्हणायचे: काम.

ऊर्जेचे दुसरे वैशिष्टच – साक्षात अद्भुत! असे आढळले की, एका प्रकारच्या ऊर्जेचे दुसऱ्या प्रकारच्या ऊर्जेत रूपांतर होऊ शकते. रासायनिक ऊर्जा औष्णिक उर्जेत रूपांतरीत होऊ शकते. औष्णिक – यांत्रिक ऊर्जेत ...

माणसे ह्या अद्भुत वैशिष्टचाचा खूप काळापासून वापर करीत आहेत. त्यांनी अनेक वेगवेगळी यंत्रे शोधून तयार केली. ही यंत्रे ऊर्जेचे "रूपांतर" करतात.

वारंवार असे घडते की, आवश्यक "रूपांतरासाठी" एक यंत्र अपुरे ठरते. अशा वेळी माणसे यंत्रांची मालिका बनवतात. आणि साखळी शर्यतीत एक खेळाडू दुसऱ्या खेळाडूला छडी सोपवतो त्याप्रमाणे यंत्रे एकमेकांना ऊर्जा देत जातात. अर्थात खेळात छडी तशीच राहते, फक्त धावणारे बदलत असतात. पण आपल्या शर्यतीत "धावणारे" – यंत्रे – बदलतात आणि "छडी" सुद्धा – ऊर्जा – बदलते. प्रत्येक यंत्र त्याच्या आधीच्या यंत्रापासून ऊर्जेचा एक प्रकार स्वीकारते आणि पुढच्या यंत्राला दुसऱ्या प्रकारची ऊर्जा देते.

पृथ्वीवर अशा अनेक साखळ्या काम करीत आहेत: वीजस्थानकांमध्ये, जहाजांमध्ये आणि इतर वेगवेगळ्या ठिकाणी.

आणि ऊर्जेच्या जवळजवळ सर्व प्रकारांचें माणसे यांत्रिक ऊर्जेत रूपांतर करतात. ही ऊर्जा माणसाच्या दृष्टीने सर्वांत आवश्यक आहे. ती रूळांवरून आगगाड्या पळविते आणि आकाशात विमानांना उचलते, सदरे "शिवते," मोटारी आणि खोदयंत्रांची "जुळणी करते." आपल्या हृदयांमधील यांत्रिक ऊर्जा धमन्यांमधून रक्त खेळविते, आपल्या स्नायूंमधील ऊर्जेमुळे आपण हालचाली करू शकतो, लिहू शकतो, काम करू शकतो.

ठीक आहे. यंत्रावर आपण एक सुटा भाग बनविला अथवा एक सदरा शिवला. पण ह्या कामी आपल्याला मदत करणारी ऊर्जा कुठे गेली? तिचे कशात रूपांतर घडले? यंत्राच्या सुटया भागात, सदऱ्यात अथवा आणखी दुसऱ्या कशात? नाही, यांपैकी कशातही नाही.

उर्जेशी आपण काहीही केले तरी शेवटी ऊर्जा ही नेहमी ऊर्जाच राहते. तिचे फक्त एका प्रकारातून दुसऱ्या प्रकारात रूपांतर होते.

ऊर्जेने माणसाची सेवा केल्यानंतर – पोलाद ओतल्यानंतर, माल वाहून नेल्यानंतर अथवा दूरदर्शनवर कार्यक्रम दाखविल्यानंतर – ती हमखासपणे गरम बनते, तिचे औष्णिक ऊर्जेत रूपांतर होते.

उदाहरणार्थ: आगगाडीचे इंजिन धावतेय. त्याच्यापाठी वाघिणींची लांबचलांब शेपूट... समोर भेटणारा वारा इंजिनाच्या मस्तकावर आपटतोय. प्रत्येक पावलाला झोंबतोय. वाघिणींच्या भिंतींना आणि छपरांना घासतोय. आगगाडीला पुढे धावण्यास अडथळा करतोय. वाघिणींखाली चाके ठोकताहेत आणि रूळांवरून पुढेही धावत आहेत... त्यांचे घर्षण होतेय. आणि ह्या घर्षणात इंजिनाची जवळ जवळ सगळी प्रबळ ताकद खर्ची पडतेय.

घर्षणापायी सर्व वस्तू गरम बनतात. ह्याची खात्री करून घेणे अगदी सोपे आहे. स्वतःच्या हातांचे तळवे एकमेकांवर चोळा – ताबडतोब ऊब जाणवेल.

म्हणजे आगगाडीचे इंजिन स्वतःच्या कामामधून रूळ आणि हवा गरम करते? होय. मग ही उष्णता वातावरणात मिसळते आणि तेथून पुढे अंतरिक्षात जाते.

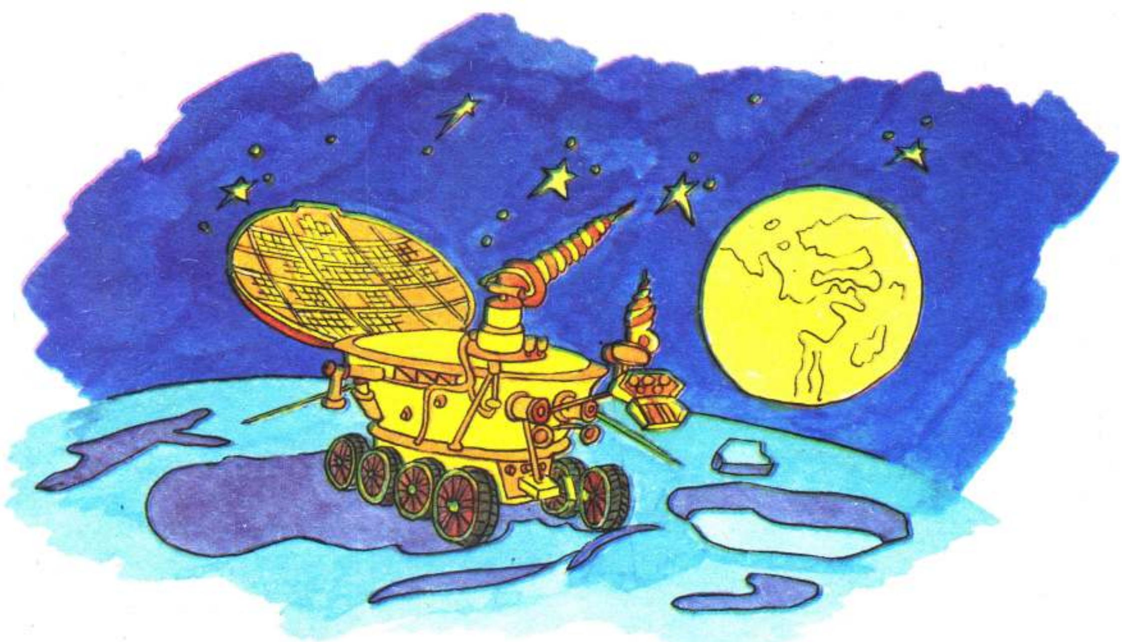
मोटारीबाबत असेच घडते. दूरच्या प्रवासानंतर तिच्या चाकांना स्पर्श करून पहा. किती गरम लागतात!

 तर काय घडते ? पृथ्वी अंतराळाला "ऊब" देते ? अर्थात.

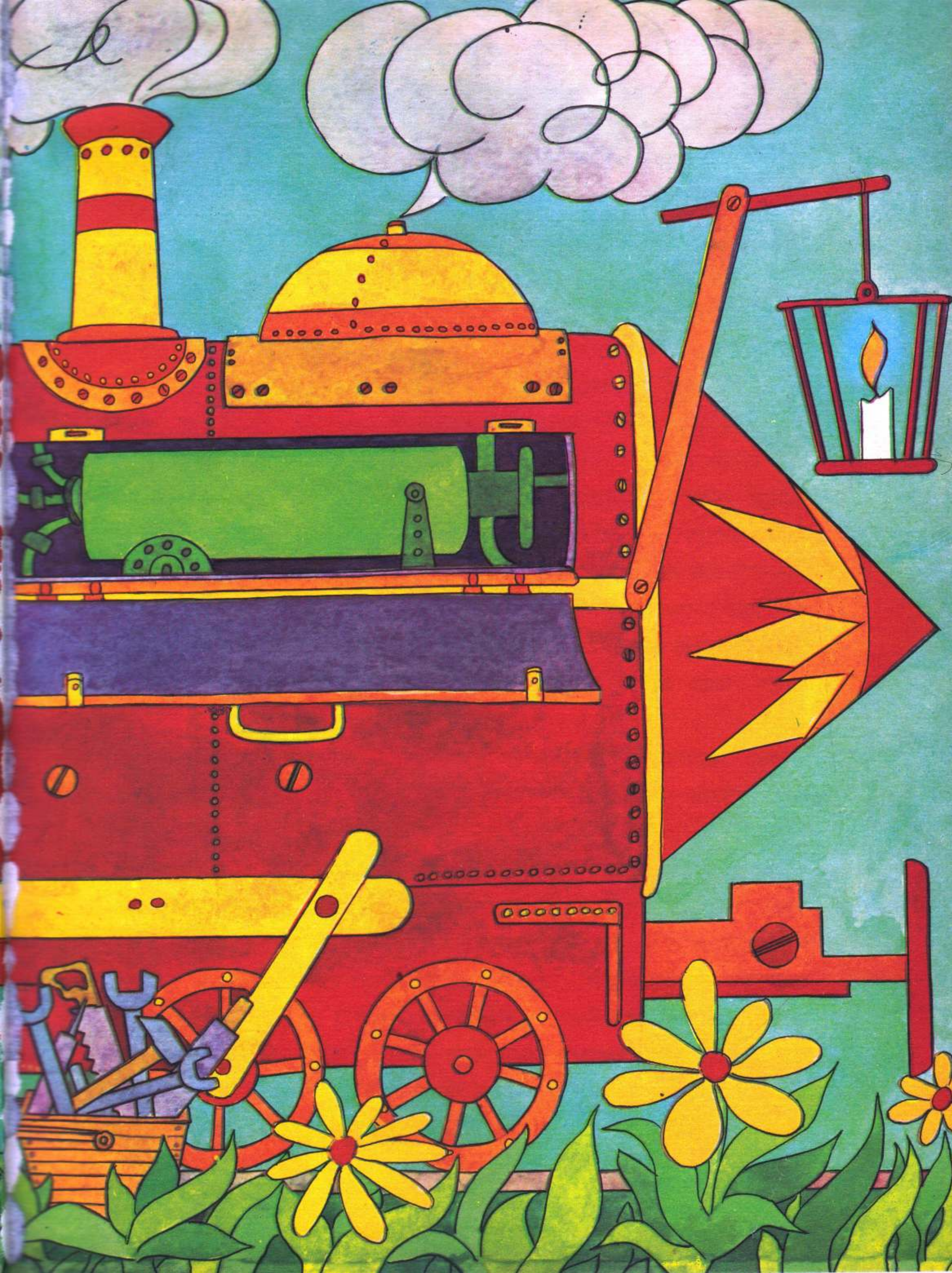
पण अंतरिक्ष पृथ्वीपासून ऊर्जेला केवळ घेऊन थांबत नाही. ते स्वतःची सूर्याची ऊर्जा आपल्याकडे धाडते. ती ऊर्जा वनस्पतींमध्ये साठवली जाते आणि तिचे रासायनिक ऊर्जेत रूपांतर होते. आज ना उद्या वनस्पती नाश पावतात आणि त्यांच्या अवशेषांचे तेल, गॅस, दगडी कोळसा व सर्पणात रूपांतर होते.

आज इंधन म्हणजे पृथ्वीवरील ऊर्जेचे प्रमुख उगमस्थान आहे. नेमके सांगायचे तर अद्यापपावेतो मुख्य आहे.

इंधनाला जाळून आवश्यक ती जवळजवळ सर्व ऊर्जा माणसे प्राप्त करतात. विद्युतस्थानकांच्या बंबघरांमधून, मोटारींच्या, आगबोटींच्या आणि विमानांच्या इंजिनां-मधून, धातू वितळवण्याच्या भट्ट्यांमधून आणि अग्निबाणांमधून दर वर्षी जाळल्या जाणाऱ्या इंधनामधून एवढी उष्णता निर्माण होते, की तिच्यावर काळया समुद्राचे सर्व पाणी सहज उकळवता येईल.







१८ उष्णता आपल्यासाठी कसे काम करते?

असे सांगतात की, खूप खूप वर्षांपूर्वी पेटत्या शेकोटीपाशी एक मुलगा बसला होता. आगीवर एक भांडे टांगले होते. भांड्यात सार उकळत होते. पाणी रटरट उकळत होते. भांड्यावरील झाकणाआडून वाफा वर उसळत होत्या. झाकण थडथड उडत होते.

"झाकण असे थडथड का उडतेय?" मुलाच्या मनात विचार आला. त्याने फडके घेतले आणि झाकण हाताने घट्ट दाबले. पण झाकण तसेच दाबून ठेवणे त्याला शक्य झाले नाही. अज्ञात शक्तीने झाकण खाली उडवून लावले. त्या मुलाचे नाव होते जेम्स वॉट.

माणसे कित्येक शतकांपासून पाणी उकळत होती. भांड्यांमध्ये मांसाचे तुकडे, कंदमुळे आणि भाजीपाला शिजवत होती. पाणी लौकर उकळावे म्हणून भांड्यांवर आणि कढयांवर झाकणे ठेवत होती.

भांड्यात जेव्हा पाणी उकळत असते, तेव्हा वाफ निर्माण होते. जर भांड्यावर व्यवस्थित, गच्च झाकण बसविले, तर त्याखाली वाफ जास्त जास्त वाढत जाते. ती सर्व बाजूंनी दाबत असते. पाण्यावर, भांड्याच्या बाजूंवर आणि अर्थातच झाकणावर. बाहेर जायला ती वाट शोधत असते. अखेरीस वाफ झाकणाला वर उचलते आणि मोकळी सुटते. झाकण थाडदिशी खाली बसते आणि वाफ परत सापळ्यात अडकते. झाकणाला परत उचलण्यासाठी शक्ती साठवू लागते. तू स्वतः ही गोष्ट स्वयंपाकघरात अनेकवेळा पाहिलेली आहेस. तीच गोष्ट दोन शतकांपूर्वी जेम्सने निरखली.

दगड, पाण्याने भरलेली बादली किंवा तेच भांड्यावरील झाकण वर उचलायला ताकद आवश्यक आहे. म्हणजे झाकणाला धक्के मारणाऱ्या, त्याला वर उचलणाऱ्या वाफेत ताकद आहे. ह्याबद्दल शास्त्रज्ञांना पूर्वीच माहिती होती. वॉटच्या जन्माआधी शंभराहून जास्त वर्षांपूर्वी, न्यूकॉमेन आणि थॉमस सावेरी ह्या दोन इंग्रज यंत्रज्ञांनी पाण्याच्या वाफेच्या शक्तीवर चालणारी यंत्रे बनविली होती. वाफेच्या यंत्रांनी कोळशाच्या खाणींमधून पाण्याचा उपसा केला होता, कोळसा भरलेल्या वाघिणी खेचल्या होत्या आणि जड माल वर उचलला होता. पण ती फार कमी ताकदीची होती, बेढब होती आणि त्यांची भूक फार मोठी होती. प्रत्येक यंत्र दिवसभराच्या कामा-

दरम्यान कोळशाचा आख्खा डोंगर "फस्त" करीत होते आणि अनेक टन पाणी "पीत" होते. पण त्यामानाने त्यांच्याकडून उपयुक्त काम मात्र नखभरसुद्धा होत नव्हते.

जेम्स जेव्हा सोळा वर्षांचा झाला, तेव्हा पंप, वाफेची यंत्रे व यंत्रमाग दुरुस्त करणाऱ्या कर्मशाळेत त्याने कामाला आरंभ केला. तो उत्कृष्ट यंत्रज्ञ बनला, त्याचे "सोन्याचे हात" ठरले आणि त्याने वाफेवर चालणारे एक अद्‌भुत यंत्र शोधून काढले.

ते यंत्र म्हणजे तीन झाकणांचे एक "भांडे" होते. दोन झाकणे खाली गच्च बसविली होती. तिसरे आतील झाकण – दट्ट्या – फिरू शकत होते. दट्ट्याच्या वरून अथवा खालून "भांड्यात"-सिलींडरमध्ये वाफ शिरायची व दट्ट्याला आळीपाळीने खाली अथवा वर रेटायची. तो दट्ट्या पंपाला अथवा लेथला जोडला होता. दट्ट्या हलू लागला म्हणजे पंप अथवा लेथ चालू व्हायचा.

वाफ प्राप्त करण्यासाठी खास वाफेच्या बंबात पाणी उकळत. त्या बंबातील वाफ नळीवाटे इंजिनात जायची.

वॉटचे यंत्र इतरांच्या यंत्रांपेक्षा अनेक पटींनी चांगले होते. त्याला कोळसा व पाणी कमी प्रमाणात लागत. ते भरभर काम करायचे आणि अधिक कार्यक्षम होते.

त्या यंत्राबरोबर ख्यातनाम "वाफेचे युग" सुरू झाले. गिरण्या आणि कारखान्यांच्या चिमण्या धूर ओकू लागल्या. पहिल्या आगबोटी नद्यांवर आणि सागरांवर संचार करू लागल्या. अनुकूल वाऱ्यांची वाट पहात बसण्याची त्यांना आता गरज नव्हती. वाफेच्या यंत्रांमुळे गलबतांना कुठेही शिडांशिवाय संचार करणे शक्य ठरले.

रूळांवरून पहिली वाफेची इंजिने धावू लागली. शंभर घोडे एकाचवेळी जेवढा माल खेचू शकतील, त्यापेक्षा जास्त माल ती इंजिने खेचून नेऊ शकत होती. वाफेच्या यंत्रावर चालणाऱ्या मोटारीसुद्धा बनविण्यात आल्या. डोळ्यांदेखत जग पालटले.

पण हे काही एकदम घडून आले नाही. आपल्या हाती किती प्रचंड सामर्थ्य गवसले आहे ह्याची शहाण्या लोकांनासुद्धा ताबडतोब जाणीव झाली नाही.

फ्रेंच सम्राट नेपोलियनपाशी एकदा एक साध्या पोषाखातील तरुण आला. सम्राटासमोर त्याने आगळ्या प्रकारच्या जहाजाचा आराखडा पसरला. त्याला शिडे नव्हती आणि उंच डोलकाठ्याही नव्हत्या. फक्त जहाजाच्या मध्यभागातून एक लांब निमुळते नळकांडे वर डोकावत होते. त्यातून काळ्या धुराचे लोट बाहेर पडत होते. जहाजाच्या दोन्ही बाजूंना प्रचंड चाके होती. त्या काळात ते जहाज पहायला फार

 भयानक वाटत होते. नेपोलियनने त्या संशोधकाचे बोलणे पुरते ऐकून न घेताच त्याला पिटाळून लावले. बारा वर्षांनंतर सम्राटाला सेंट हेलेना बेटावर हद्दपारीसाठी नेत होते. अचानक उजव्या अंगाला एक जहाज दिसले... कोणते असेल ह्याची कल्पना करू शकतोस? अर्थात, तेच! उंच नळकांड्याचे आणि प्रचंड चाकांचे. त्यावर नेपोलियनचा कट्टर शत्रू असलेल्या इंग्लंडचे निशाण मोठ्या डौलात फडकत होते. असे आढळून आले की, फ्रेंच सम्राटाकडून लाथाडल्या गेलेल्या फूल्टनने – त्या आगबोटीच्या संशोधकाने – थेट इंग्लंड गाठले होते. तेथे त्याच्या संशोधनाचे मूल्य तात्काळ जाणण्यात आले...

रशियात वाफेवर चालणारी यंत्रे नामवंत यंत्रज्ञ येफीम अलेक्सेयेविच चेरेपानोव आणि त्यांचा मुलगा मीरोन येफीमोविच यांनी बनविली. त्यांची यंत्रे खाणींमध्ये आणि कर्मशाळांमध्ये काम करीत होती. १८३४ साली त्यांनी रशियात उरालमध्ये वाफेच्या इंजिनाने ओढणारी पहिली आगगाडी सुरू केली.

वॉटच्या यंत्रापेक्षा उत्तम यंत्र शंभर वर्षे बनले नाही. पण एकदा असे घडले.

इंग्लंडात सागरी कवायत करण्याचे ठरले होते. गलबते आपापल्या जागी उभी झाली. खलाशी पथके त्यांच्या डेकवर उभी होती. त्या क्षणी गलबतांसमोर अचानक एक छोटी बोट उगवली. तिला तेथे कुणीही निमंत्रण दिलेले नव्हते. ॲडमिरलनी हुकूम दिला की, तिला पिटाळून बंदरात पाठवा. सर्वांत वेगवान जहाज धाडण्यात आले. पण अघटित घडले. छोट्या बोटीने पाठलाग करणाऱ्या जहाजाला सहज हुलकावणी दिली.

त्या बोटीचे कप्तान होते इंजिनिअर चार्ल्स पार्सोन्स. त्यांनी स्वतःच्या बोटीवर नवे इंजिन – वाफेचे टर्बाईन – बसविले होते.

जसे वाफेचे यंत्र पंपासारखे असते – वरून खाली, वरून खाली – तसे टर्बाईन पात्यांनी वेढलेल्या भोवऱ्यासारखे असते. जाता जाता सांगायचे म्हणजे "टर्बो" ह्या शब्दाचा लॅटिन भाषेत भोवरा असा अर्थ आहे. शेवटच्या टोकाला तोटी असलेल्या नलिकेतून वाफ वाहात जाते, पात्यांवर आपटते व त्यामुळे टर्बाईन गोल फिरू लागते.

पार्सोन्सनी हा "भोवरा" तिरपा बसविला आणि टर्बाईनच्या दंडाला पेचखिळा-प्रणोदक बांधला. जेव्हा टर्बाईन वळले तेव्हा पेचखिळा-प्रणोदकही वळला आणि बोट वेगात पुढे गेली.

आज टर्बाईन केवळ समुद्रसंचारावर थांबत नाहीत. त्यांचे मुख्य काम–जेथे उष्णतेचे विजेमध्ये रूपांतर करतात अशा वीज-स्थानकांमध्ये काम करणे.

शंभर वर्षांपूर्वी आणखी एक इंजिन अस्तित्वात आले. तेसुद्धा इंधनावर ऊर्जा प्राप्त करीत होते. पण हे इंधन वाफेच्या बंबात न जळता खुद्द इंजिनातच जळत होते. म्हणून त्याला असे नाव ठेवले होते: अंतर्गत ज्वलनाचे इंजिन.

वाफेच्या इंजिनाशी त्याचे साम्य आहे–तसेच सिलिंडर आणि तसाच दट्टया. पण त्याला वाफेची गरज नाही, बंबाची गरज नाही आणि जाडजूड वाफेच्या नळाची गरज नाही. ते असे काम करते:

सिलिंडरमध्ये द्रव इंधन–तेल अथवा पेट्रोल–घालतात. तेथे ते पेट घेते आणि त्यातून तापलेले वायू निर्माण होतात. ते दट्टयावर दाब देतात व त्याला धक्के मारतात. दट्टया दंडाला वळवितो, ज्याला चाक अथवा पेचखिळा-प्रणोदक अडकवलेला असतो.

ह्या इंजिनाचा संशोधक होता जर्मन इंजिनिअर रुडॉल्फ डीझेल. पीटरबुर्गमधील "रूस्की डीझेल" कारखान्यात कामगारांनी आणि इंजिनिअरांनी त्याच सुमाराला स्वतःचे इंजिन बनविले होते. ते आकाराने अधिक लहान होते, हलके होते आणि महत्त्वाचे म्हणजे स्वस्त इंधनावर–तेलावर–चालत होते.

सध्या अंतर्गत ज्वलनाचे इंजिन वाहतुकीत मुख्यतः वापरले जाते. सभोवताली लक्षपूर्वक नजर टाकू. सागरांवर आणि नद्यांवर आगबोटी संचारतात. लोहमार्गांवर डिझेल इंजिने धावतात. रस्त्यांवरून मोटारी पळतात. हवेत हेलिकॉप्टर आणि छोटी विमाने उडतात. शेतांमध्ये–ट्रॅक्टर आणि कंबाईन यंत्रे. त्यांचे हे जलतरण, धावणे, उड्डाण वगैरे गोष्टी केवळ ह्या साध्या, खात्रीशीर इंजिनामुळे घडतात.

आधुनिक मोटारीच्या "आजोबाला" फ्रान्समध्ये दोनशे वर्षांपूर्वी तयार करण्यात आले होते. त्यात वाफेचे यंत्र आणि बंब बसविण्यात आले होते. त्या मोटारीची चाचणी पॅरिसमध्ये झाली. तो एक मोठा उत्सवच होता. बघ्यांची गर्दी बाजूला मारीत सर्वांत पुढे पोलीस चालत होते. त्यांच्या पाठीमागून धुराचे आणि वाफेचे लोट सोडीत चक्रधर मोटार चालवीत होता. मोटारीमागून पाण्याची पिंपे आणि कोळशाची खोकी घोडागाड्यांमधून वाहून नेत होते. दर दहा मिनिटांनंतर सगळी मिरवणूक थांबायची. भट्टीत कोळसा टाकण्यात येई, बंबात पाणी ओतत–आणि परत वाटचाल सुरू! हा प्रवास फार काळ चालला नाही. मोटारीचे सारथ्य करणारा संशोधक चाकावर नियंत्रण ठेवू शकला नाही. त्याची मोटार एका घराच्या भिंतीवर





 आपटली आणि तिचा स्फोट झाला. आता दुरुस्त आणि स्वच्छ केलेल्या क्यूनोच्या— संशोधकाचे नाव— मोटारीला पॅरिसच्या वाहतुक-म्युझियममध्ये मानाचे स्थान आहे.

पहिली अस्सल मोटार १८८६ साली रस्त्यांवर धावली. जर्मन यंत्रज्ञ गोत्‌लिब दायम्लेर यांनी स्वतःच्या हातांनी ती बनविली होती. मोटारीच्या सांगाड्यासाठी त्यांनी घोडागाडीचा वापर केला होता आणि स्वतःच्या आरेखनानुसार बनविलेले पेट्रोलवर चालणारे इंजिन बसविले होते.

रशियन नाविक अधिकारी, प्रथम श्रेणीचे कप्तान आ. फ्यो. मझायस्की यांनी तयार केलेले पहिले विमानही उड्डाणाला फार अवजड होते. त्याच्या वाफेच्या यंत्राचे वजन एवढे होते, की विमान फक्त गती घेऊन काही वेळा वर उडू शकले. मझायस्कीं-ना खुद्द स्वतःला जाणवले होते की, वाफेच्या यंत्रावर "दूर उड्डाण शक्य नव्हते," विमानाला दुसऱ्या, अधिक हलक्या व प्रभावी इंजिनाची आवश्यकता होती.

तसे घडले. १९०२ साली पेट्रोलच्या इंजिनाचे विमान हवेत उडाले. तरुण अमेरिकन यंत्रज्ञ, ऑर्विल आणि विल्बर राईट ह्या बंधूंनी ते विमान तयार केले होते. उड्डाणाचा पहिला प्रयत्न अयशस्वी झाला. प्रथम उड्डाण करणाऱ्या विल्बरने विमानाचे नाक फारच जोराने वरती केले. विमानाची गती नाहीशी झाली व ते जमिनीवर कोसळले. सुदैवाने प्राणहानी घडली नाही. दोन आठवड्यांनंतर विमानाच्या पंखावर ऑर्विल आडवा झोपला. तशा रीतीने विमानाच्या उड्डाणावर नियंत्रण ठेवण्यात आले. इंजिन सुरू केले, विमान धावले आणि वर उडाले. एवढे खरे, हे उड्डाण फक्त सतरा सेकंद टिकले...

इंजिनिअरांनी असे अद्‌भुत इंजिन शोधून काढले.

पण ह्या इंजिनाने स्वतःच्या "आजी" कडून— वाफेच्या इंजिनाकडून— गंभीर स्वरुपाच्या दोषांचा वारसाही घेतला होता. तसे पाहिले तर अंतर्गत ज्वलनाच्या इंजिनाचे आणि वाफेच्या इंजिनाचे दट्टे सारख्याच पद्धतीने काम करतातः वर-खाली, वर-खाली आणि इंजिनाला गदगदा हलवतात. इंजिन जेवढे जास्त प्रभावी, तेवढे गदगदणे जास्त. स्वतःच्या दट्ट्यांच्या "प्रहारांमुळे" त्याच्या ठिकऱ्यासुद्धा उडू शकतील.

पण तुम्हाला माहीतच आहे की, टर्बाईनमध्ये "दणके देणारे" दट्टे नाहीत. आणि ठिकऱ्या उडण्याची धास्ती नाही. म्हणून टर्बाईन इंजिने खूप प्रभावी आणि बळकट असू शकतात.

अलीकडेच सोविएत संघात लेनिनग्रादमधील धातू कारखान्यात हे व्यवहारात दाखविण्यात आले. तेथे एक असाधारण वाफेचे टर्बाईन बांधण्यात आले. १९१७

सालातील क्रांतीपर्यंत रशियात काम करणाऱ्या सर्व टर्बाईनांपेक्षा ते एकटे जास्त बळकट आहे.

इंजिनिअरांनी असा विचार केला. अंतर्गत ज्वलनाचे इंजिन वजनाने हलके आणि साधे आहे. पण त्याची ताकद खूप मोठी असू शकत नाही. त्याउलट टर्बाईन. त्याचे इंजिन अप्रतीम. पण त्याला बंब पाहिजे. आधुनिक वाफेचा बंब पाच मजली इमारतीएवढा उंच असतो. शिवाय शीतकपाट पाहिजे, नलिका पाहिजेत, पंप पाहि-जेत ...

"पण मग अंतर्गत ज्वलनाच्या इंजिनाच्या हलकेपणाशी आणि साधेपणाशी टर्बाईनांच्या बळकटपणाशी व वेगाशी सांगड घालता येणार नाही का?" इंजिनिअर विचार करीत होते. "तापलेल्या वायूंनी दट्ट्या ढकलण्यापेक्षा "भोवऱ्या" ला फिरविणे अधिक चांगले." तशा प्रकारचे इंजिन अवतरले. सोविएत संघात त्याला १९३९ साली तयार केले आणि त्याला गॅस टर्बाईन असे नांव देण्यात आले.

गॅस टर्बाईनचे वाफेच्या टर्बाईनशी साम्य आहे. पण ते वाफेवर चालत नाही, तर तापलेल्या गॅसच्या प्रवाहावर चालते.

हे खूप हलके, ताकदवान आणि वेगवान इंजिन आहे. जणू ते विमानांसाठी बनविलेय असे भासते. सध्या गॅस टर्बाईने जवळजवळ सर्व विमानांमध्ये वापरतात.

जर तू अस्सल बंदूक कधी झाडली असशील, तर कदाचित तुझ्या आठवणीत असेल, बंदूक झाडताना खांद्याला बंदुकीच्या दस्त्याचा कसा दणका बसतो. नेमबाज त्याला "मागचा हिसका" म्हणतात. हा हिसका कुठून येतो? बंदूक झाडणे म्हणजे काय हे पाहू. आपण चाप ओढतो. हातोडा दट्ट्यावर आपटतो. आघातामुळे ठिणगी उडते. ती ठिणगी काडतुसातील दारुची भुकटी पेटविते. त्या पेटलेल्या भुकटीतून निर्माण झालेले वायू गोळीच्या मागील टोकास जोरात आपटतात आणि ... "चारही दिशांना ढकलतात." वायूंच्या दाबामुळे बंदुकीच्या नळीतून गोळी बाहेर उडते आणि नेमबाजाच्या खांद्याला दणका बसतो. बंदुकीला व शिकाऱ्याला जी शक्ती दाबते तिला प्रतिरोधी म्हणतात.

जर काडतुसामधून गोळी काढून घेतली आणि "पोकळ" बार उडवला तर? हिसका बसेल? बसेल. आणि साध्या बंदुकीत छोटया प्रमाणात भुकटी अथवा इंधन भरतात, तसे न करता जर सतत भरत राहिले तर? किंवा प्रभार एकदम न जळता हळूहळू जळत राहील असे केले तर? तर प्रतिरोधी शक्ती "बंदुकी" वर सतत दाब

 देत राहील, तिला दूर लोटत राहील. प्रतिरोधी इंजिन अशाच प्रकारे बनवलेले आहे.

अर्थात अस्सल प्रतिरोधी इंजिन टिकाऊ पोलादापासून बनवितात. ही इंजिने विमानांमध्ये आणि अग्निबाणांमध्ये बसवितात.

विमानांची इंजिने द्रव इंधनावर – केरोसिनवर – चालतात. पण अग्निबाणांची इंजिने द्रव अथवा घन इंधनावर चालू शकतात. विमानाचे इंजिन आणि अग्निबाणाचे इंजिन यांच्या रचनेत फार फरक आहे. हे समजण्यासारखे आहे. त्यांची कामे भिन्न परिस्थितींमध्ये घडतात.

विमाने जमिनीच्या पृष्ठभागावरती जवळून, वातावरणातून उडतात. दुसऱ्या शब्दात, ज्वलनासाठी आवश्यक असलेल्या हवेतून उडतात. विमानांच्या "हवाई" इंजिनांना एक खास भाग असतो – हवा आत घेण्याचे उपकरण. उड्डाण चालू असताना त्याचे रुंद उघडे "तोंड" समोरची हवा आत गिळत राहते. मग ती हवा घट्ट दाबली जाते व ज्वलनकक्षात घुसते. तेथेच केरोसिन सोडतात. उच्च तपमानामुळे केरोसिन पेट घेते. तापलेल्या वायूचा तोटीतून स्फोट होतो व तो इंजिनाला विमानासह पुढे रेटतो. अशी इंजिने कदाचित तुम्ही पाहिलीत. वेगवेगळ्या विमानांच्या पंखांवर आणि शेपटांवर रुपेरी "सिगार" पाहिलेल्या आठवतात? ती प्रतिरोधी इंजिने असतात.

अग्निबाण पृथ्वीपासून खूप दूर उडतात. हवाविरहित अंतराळाच्या पोकळीत. लक्षात घ्या – हवाविरहित. पण इंधन तर जळलेच पाहिजे...

म्हणून अग्निबाण सोबत इंधन आणि हवा घेतात, अचूक सांगायचे तर – प्राण-वायू.

जर अग्निबाणाचे इंजिन द्रव इंधनावर चालत असेल, तर कामासाठी त्याला दोन टाक्या आवश्यक असतात. एका टाकीत इंधन आणि दुसरीत प्राणवायू. ज्वलन-कक्षात इंधन व प्राणवायू एकत्र सोडतात... पुढे काय घडते हे तुला माहीतच आहे.

प्रत्यक्षात अग्निबाणांवर खूप टाक्या असतात. जेव्हा इंधनाच्या आणि प्राण-वायूच्या टाक्यांची एक जोडी रिकामी होते, तेव्हा त्या जोडीला "फेकून" देण्यात येते व दुसऱ्या जोडीतून इंधन आणि प्राणवायू घ्यायला आरंभ होतो. जेव्हा दुसरी जोडी रिती होते, तेव्हा तिसरीचा वापर सुरू होतो...

स्पुत्निक अथवा अंतराळयाने अंतरिक्षात सोडतात त्यावेळची बातमीपत्रे आठव-

तात? "पहिला टप्पा सुरळीतपणे वेगळा झाला... दुसरा टप्पा अलग झाला... तिसरा टप्पा..." हे टप्पे म्हणजेच इंधन आणि प्राणवायूच्या टाक्या.

घन इंधन पृथ्वीवरच प्राणवायूशी मिसळतात. ते टाकीतच जळते. जेव्हा एक टाकी "पूर्ण जळते," तेव्हा ती अलग करून फेकून देण्यात येते. पुढील टाकीतील इंधन जळू लागते... हेसुद्धा अग्निबाणाचे टप्पे होत.

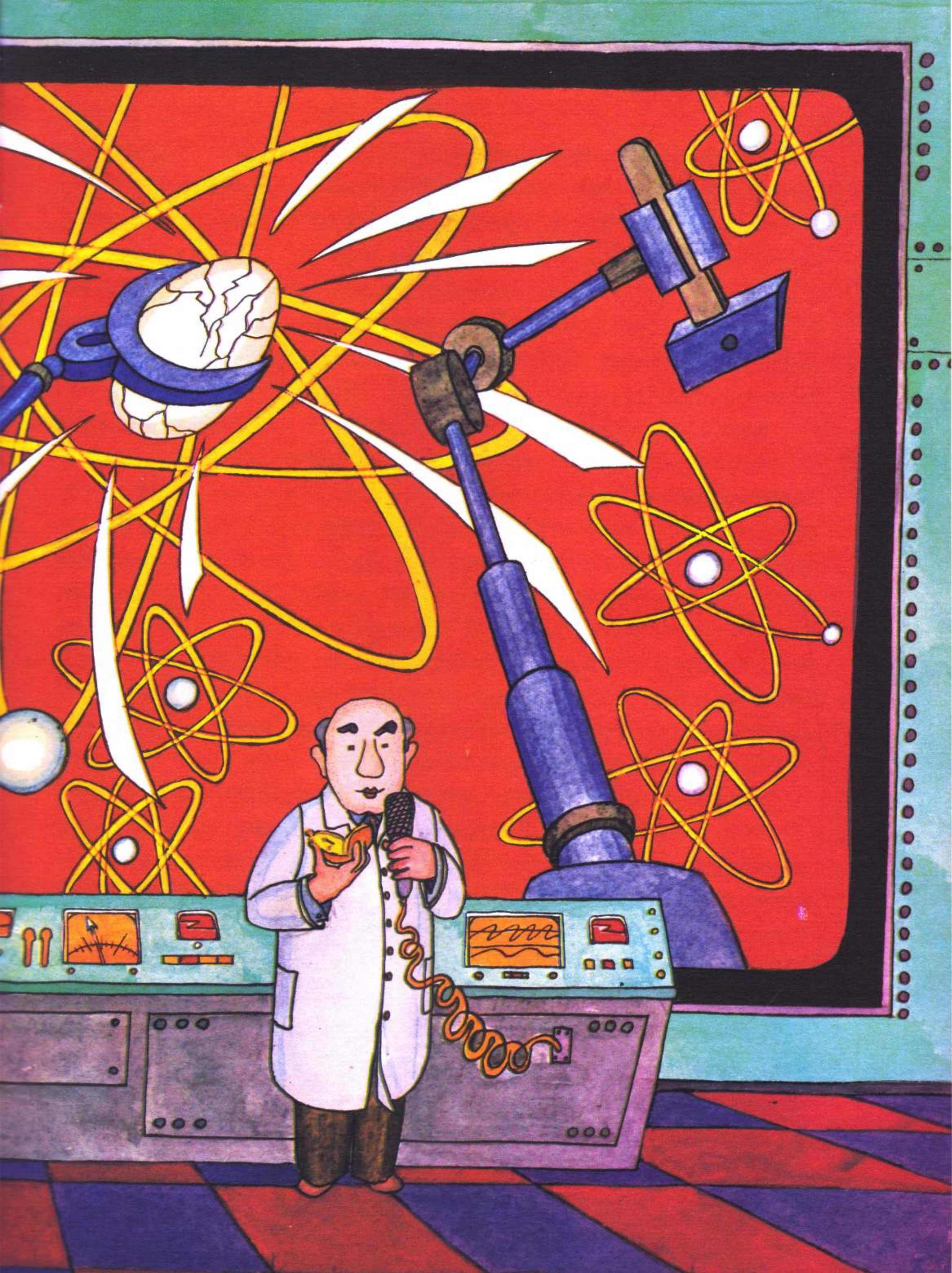
आम्ही ज्यांची माहिती सांगितली ती सर्व इंजिने – जवळची नातेवाईक आहेत. त्या सर्वांना चालू करायला इंधन आवश्यक असते. इंधन जाळून ती औष्णिक ऊर्जा देतात. म्हणूनच यंत्रांना औष्णिक म्हणतात.

अजून पृथ्वीवर खूप इंधनसाठे आहेत. पण हे साठे दर वर्षागणिक कमी होत चाललेत. शास्त्रज्ञांचा अंदाज आहे की, आणखी शंभर-दीडशे वर्षेपर्यंत इंधन पुरेल. तेसुद्धा आपण त्याचा जपून आणि काटकसरीने वापर केला तरच. ह्याचा अर्थ लोकांनी ऊर्जेच्या जुन्या साठ्यांचा अधिक चांगला वापर केला पाहिजे व नव्या साठ्यांचा शोध घेतला पाहिजे.

कोणत्या प्रकारचे साठे? यापुढे त्यांच्याबद्दलच चर्चा करू.







३० एक किलोग्राम युरेनिअमचे वजन किती ?

अणु-वीजकेंद्रांबद्दल आणि अणुशक्तीवर चालणाऱ्या हिमभंजन बोटींबाबत तू ऐकले आहेस ? बहुधा ऐकले असेल आणि वाचलेही असेल. अणुवीजकेंद्रे वीज निर्माण करतात आणि अणुऊर्जेवरच्या हिमभंजन बोटी आर्क्टिक महासागरातून मालवाहू बोटींचे काफले बर्फ फोडून वाट मोकळी करीत नेतात.

अणुऊर्जेचा वापर माणसांनी अलिकडेच सुरू केला आहे. जगातील पहिले अणु-वीजकेंद्र १९५४ साली सोविएत संघात कालूगा शहराजवळील ओबनीन्स्क नामक छोटया गावी सुरू झाले. आणि अणुऊर्जेवर चालणाऱ्या पहिल्या बोटी त्याहून उशीरा अस्तित्वात आल्या.

पण अणु हा शब्द मात्र लोकांना अनादी काळापासून माहीत आहे असे आढळते.

तेवीस शतकांपूर्वी प्राचीन ग्रीसमध्ये देमोक्रितस नांवाचा एक पंडित रहात होता. माणसाभोवतालच्या निसर्गाबाबत त्याने खूप विचार केला. वस्तू, पाणी आणि पाषाण, झाडे, फुले आणि प्राणी "कशापासून बनले" ह्याबाबत त्याने विचार केला. आजच्या काळात शास्त्रज्ञांना मदत करू शकतात अशी अवघड उपकरणे तेव्हा त्याच्यापाशी नव्हती. पण देमोक्रितसला एक अव्वल कल्पना सुचली. त्याने गृहीत धरले की, निसर्गातील सर्व गोष्टी छोटया छोटया भागांपासून बनल्या आहेत. जसे घर विटांचे बनते त्याप्रमाणे. निसर्गातील ह्या "छोटया विटा" नजरेला दिसू शकत नाहीत आणि त्यांच्यापेक्षा आकाराने लहान जगात दुसरी कोणतीही गोष्ट नाही. त्यांचे विभाजन करणे अशक्य आहे. देमोक्रितसने स्वतःच्या ह्या छोटया कणांना "अणु" असे नाव दिले. म्हणजे "अविभाज्य."

केवळ अनेक शतकांनंतर स्पष्ट झाले की, प्राचीन पंडिताची चूक झाली होती.

शंभर वर्षांपूर्वी, फ्रेंच भौतिकशास्त्रज्ञ हेन्री बेक्केरेल घरी जाण्यापूर्वी स्वतःची प्रयोगशाळा स्वच्छ करीत होते. रासायनिक प्रयोगांसाठी त्यांनी चंबू व परीक्षण-नलिका छोटया कपाटात काढून ठेवल्या. जाड काळ्या कागदात फोटोप्लेटा गुंडाळून फडताळावर ठेवल्या. आणखी एकदा चकचकीत स्वच्छ टेबलावर नजर टाकली. ज्या वस्तूचा ते अभ्यास करीत होते, तिचे काही कण त्यांना टेबलावर पडलेले आढळले. त्या वस्तूचे नाव होते युरेनिअम. बेक्केरेल खूप घाईत होते. त्या कणांना गोळा करून त्यांनी फडताळावर फेकले व त्यातील एक कण फोटोप्लेटांवर पडला. बेक्केरेलनी गॅसचा दिवा विझवला व दार बंद करून ते निघून गेले.

दुसऱ्या दिवशी बेक्केरेलनी लिफाफ्यावरील कण झटकून टाकला, आवश्यक तो फोटो काढून त्याला डेव्हलप केला. फोटो आधीच एक्सपोज झाला होता. युरेनि-

अमचा कण पडला होता त्या जागी काळा डाग दिसत होता. शास्त्रज्ञ चकित झाले, पण हा प्रयोग आता त्यांनी मुद्दाम परत केला. आणि युरेनिअमच्या कणाचे "पोर्ट्रेट" स्पष्टपणे परत त्यांना फोटोप्लेटवर दिसले.

ह्या गुपिताची उकल करण्यात मारीया स्क्लोदोवस्काया व पीयेर क्यूरी हे आणखी दोन शास्त्रज्ञ गुंतले होते. वेगवेगळ्या वस्तूंशी ती दोघे प्रयोग करीत होती. त्यांनी शोधून काढले की, रेडियम व पोलोनियम नेमका तसाच परिणाम घडवून आणतात. पण का? एकच खुलासा असू शकत होता. त्या "अविभाज्य" अणूंच्या खोल गर्भातून कुठलेतरी कण वाहात होते. ते कण फोटोप्लेटना उजळून काढत होते. त्यावरून सिद्ध झाले की, अणु हा सर्वांत लहान कण नव्हे. त्याहून लहान कण आहेत.

अणुची रचना आता आपल्याला नेमकी ठाऊक आहे. मधाच्या एका जड थेंबा-भोवती केंबरांचा थवा घुटमळतोय अशी कल्पना करा. केंबरे थेंबाभोवती रूंजी घालतात, त्यापासून दूर होणे त्यांना जमत नाही. जर कोणत्याही वस्तूचा अणु आपण पाहू शकलो असतो, तर असेच दृश्य दिसले असते. केंद्रभागी जड "थेंब" – केंद्रक. भोवती हलकी, फिरती "केंबरे" – इलेक्ट्रॉन. ते जणू केंद्रकाशी बांधलेले असल्याप्रमाणे केंद्रकाभोवती फिरतात. अर्थात, जिवंत केंबरांप्रमाणे त्यांचे फिरणे अव्यवस्थित नसते. प्रत्येक इलेक्ट्रॉन स्वतःच्या मार्गातून – कक्षेतून – फिरत असतो.

पण एवढ्यावरच सगळे संपलेले नाही. केंद्रकसुद्धा गच्च भरलेल्या छोट्या कणांचे बनलेले असते. त्यांना प्रोटॉन आणि न्यूट्रॉन म्हणतात. केंद्रक एखाद्या दोरीने बांधलेल्या घट्ट स्प्रिंगसारखे असते व स्प्रिंगप्रमाणे त्यात प्रचंड ताकद सामावलेली असते. जर स्प्रिंग सरळ करून तिच्यातील ताकदीला वाट मोकळी करून द्यायची असेल, तर दोरी तोडली पाहिजे. जर केंद्रकातील ऊर्जेला वाट मोकळी करून द्यायची असेल, तर त्याला फोडला पाहिजे, कणांना एकत्र बांधणारे अदृश्य धागे तोडले पाहिजेत. तेव्हा ते सर्व दिशांना उडतील व भोवतालच्या परिसरात ऊर्जा देतील.

युरेनिअम आणि प्लूटोनिअमसारख्या "जड" वस्तूंची केंद्रके फोडणे (शास्त्रीय परिभाषेत – विभाजन) अत्यंत सोपे आहे. ह्या वस्तूंना "जड" म्हणतात, कारण त्यांच्या केंद्रकांमध्ये खूप कण सामावलेले असतात. गोळी लक्ष्यावर आपटते त्याप्रमाणे कण केंद्रकावर आपटला म्हणजे पुरे. ते फुटण्यास तो आघात पुरेसा ठरतो. सर्वांत उत्तम "गोळ्या" न्यूट्रॉन. त्यांच्यापासूनच केंद्रक बनलेले असते.

न्यूट्रॉनांची कायम "वस्ती" केंद्रकात असते. तरीही, "घरबशा" न्यूट्रॉनांमध्ये काही प्रवासाची आवड असणारे आढळतात. प्रवासी जसे रस्तोरस्ती भटकत जातात, तसे ते न्यूट्रॉन केंद्रकाला सोडून युरेनिअमच्या तुकड्यात फिरत असतात. लौकर अथवा उशीरा असल्या प्रवाशाची दुसऱ्या एखाद्या केंद्रकाशी टक्कर घडते. त्या आघा-तासरशी तो फुटतो व तेथून आता दोन न्यूट्रॉन निघतात. या ना त्या रीतीने, ते

पुढच्या दोन केंद्रकांवर नक्की आपटणार. आता युरेनिअमच्या तुकड्यात चार गोळ्या आहेत. असेच पुढे चालू राहते... कुऱ्हाडीच्या घावासरशी लाकडांच्या चिरफाळ्या उडतात त्याप्रमाणे केंद्रके एकापाठोपाठ उडत असतात, त्यांच्यात दडलेली ऊर्जा देत असतात. अधिक ऊर्जा, अधिक उष्णता. दोन हजार टन कोळसा जाळून जेवढी उष्णता मिळेल, तेवढीच उष्णता युरेनिअमच्या एक किलोग्रामपासून मिळविता येते.

आहे की नाही मजा! युरेनिअम भरलेल्या एक अथवा दोन जस्ताच्या पेट्या आणल्या म्हणजे एका मोठ्या वीजस्थानकाची वर्षभराची बेगमी झाली. म्हणून जेथे जवळपास कोळसा, तेल अथवा सर्पण नाही, तेथे अणु-स्थानके उभारतात.

अशा प्रकारच्या स्थानकात सर्वांत महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे अणुभट्टी अथवा अधिक अचूक म्हणजे न्यूक्लीय क्रियाधानी. तळ आणि झाकण असलेले हे धातूचे प्रचंड सिलिंडर असते. भल्यामोठ्या भांड्यासारखे अथवा बंबासारखे दिसते. बंबाच्या आत युरेनिअमच्या कांड्या व पाण्याचे नळ असतात. क्रियाधानीच्या झाकणावरती वेगवेगळी उपकरणे व यंत्रणा बसविलेल्या असतात. युरेनिअमच्या कांड्यांमधील केंद्रके सतत फुटत असतात, आण्विक इंधन "जळत" असते व पाण्याला खूप गरम करत असते.

गरम पाणी पंपांमधून वाफेच्या जनित्रात ढकलले जाते. हे यंत्र "वाफ बनविते."

वाफेच्या जनित्राची रचना अगदी साधी आहे: इंजिनिअरांच्या भाषेत एका नलिकेत दुसरी नलिका. आतल्या नलिकेत क्रियाधानीमधून आलेले गरम पाणी असते. बाहेरच्या नलिकेत शीतकपाटातील पाणी विरुद्ध दिशेने वाहात असते. क्रियाधानीमधून वाहणाऱ्या पाण्याची उष्णता थंड पाण्यात सोडली जाते. त्याचा उत्कलनबिंदू पोहोचला म्हणजे पाण्याचे वाफेत रूपांतर होते. टर्बाईनच्या पात्यांकडे वाफ पाठविली जाते व टर्बाईन गोल फिरू लागते.

उष्णता देऊन झाल्यानंतर क्रियाधानीचे पाणी परत क्रियाधानीत येते, पुन्हा गरम बनते आणि पुनश्च वाफेच्या जनित्राकडे जाते. त्याचा प्रवास ज्या कड्यामधून होतो, त्याला पहिली बाह्यरेषा म्हणतात.

टर्बाईनला गोल फिरवून वाफ शीतकपाटात येते. तेथे ती थंड बनते व तिचे परत पाण्यात रूपांतर होते. ते पाणी पुन्हा वाफेच्या जनित्रात जाते आणि तेथे पुनश्च त्याची वाफ बनते... पाणी आणि वाफेला वाहून नेणाऱ्या ह्या दुसऱ्या कड्याला दुसरी बाह्यरेषा म्हणतात.

क्रियाधानी, वाफेचा जनित्र आणि शीतकपाटासह टर्बाईन यांना एकत्र मिळून आण्विक ऊर्जा प्रतिष्ठापन म्हणतात – आऊप्र. हे प्रतिष्ठापन स्वयंचलित यंत्रे व माणसामार्फत – ऑपरेटर – चालवतात.

अशी प्रतिष्ठापने अणु-वीजस्थानकांमध्ये व हिमभंजन बोटींमध्ये काम करतात.

वीजस्थानकांमधील टर्बाईने अणुच्या ऊर्जेचे विजेत रूपांतर करतात; हिमभंजन
बोटींमधील टर्बाईने बोटींना गती देतात. अत्यंत प्रभावी आऊप्र हिमभंजन बोटींना दाट बर्फामधूनही मालवाहू बोटींचा काफला नेण्यास मदत करतात. १९७७ च्या ऑगस्टमध्ये सोविएत हिमभंजन बोट "आर्क्तिका" अत्यंत दाट बर्फखंडांमधून थेट उत्तर ध्रुवावर पोहोचली होती. तोवर एकाही हिमभंजन बोटीला ही कामगिरी पार पाडणे जमले नव्हते.

हे सर्व वाचल्यानंतर जर तू निदान दोन प्रश्न विचारलेस, तर आम्हाला मुळीच आश्चर्य वाटणार नाही.

प्रश्न पहिला. दुसऱ्या बाह्यरेषेतील पाणी उकळून त्याची वाफ का होते? आणि पहिल्या बाह्यरेषेत अजिबात वाफ नाही?

प्रश्न दुसरा. दोन बाह्यरेषांची मुळात गरजच काय? एकदम क्रियाधानीतच वाफ का बनवायची नाही? कारण त्यासाठी आवश्यक ती उष्णता तेथे आहे.

पहिल्या प्रश्नाचे उत्तर देणे अवघड नाही. पहिल्या बाह्यरेषेत पाणी उकळत नाही, कारण तेथे त्याच्यावर प्रचंड दाब असतो. दाब जेवढा अधिक, तेवढ्या अधिक प्रमाणात उकळण्यासाठी पाणी जास्त गरम करावे लागते.

दुसऱ्या प्रश्नाचे उत्तर द्यायला आम्हाला खूप मागे जावे लागेल.

युरेनिअमचे "ज्वलन" मंदपणे होत असते हे खरे असले तरी, माणसांच्या दृष्टीने ते फार अपायकारक आहे. केंद्रक फुटत असताना त्याचे अनेक "तुकडे" व कण अत्यंत वेगाने वेगवेगळ्या दिशांना उडत असतात. ह्या प्रवाहाला प्रारण म्हणतात. प्रारण सर्व सजीवांना अपायकारक आहे. म्हणून क्रियाधानीभोवती नेहमी काँक्रीटच्या जाड भिंती उभ्या असतात. त्यांना "जीवशास्त्रीय रक्षक" म्हणतात.

आऊप्रमध्ये दोन पाण्याच्या बाह्यरेषा वापरण्याचे कारणही प्रारणापासून बचावाचा हेतू आहे. पहिल्या बाह्यरेषेतील पाणी प्रारणामुळे "दूषित" बनलेले असते व युरेनिअमप्रमाणेच कण फेकत असते. जर ह्या "दूषित," "घाणेरड्या" पाण्याची वाफ बनविली, तर नलिका, पंप आणि टर्बाईनेसुद्धा किरणोत्सारी बनतील.

म्हणून असा निर्णय घेतला: क्रियाधानीमधील किरणोत्सारी पाण्याकडून फक्त "दुसरे" पाणी तापवायचे. नलिकांच्या भिंती अपायकारक कणांचा प्रवाह मोठ्या प्रमाणात कमी करतात. आणि दुसऱ्या बाह्यरेषेतील पाणी स्वच्छ अगर जवळजवळ स्वच्छ राहते. टर्बाईने आणि शीतकपाटाभोवती जीवशास्त्रीय रक्षक उभे करण्याची गरज नाही. माणसे त्यांच्यापाशी शांतपणे काम करू शकतात.

पीयेर क्यूरी यांनी स्वतःवर प्रारणाचा परिणाम प्रथम अनुभवून पाहिला. ह्या धैर्यशील माणसाने रेडियमच्या तुकड्यावर स्वतःचा हात कित्येक तासपर्यंत धरून ठेवला. काही काळानंतर हातावर भाजल्याच्या जखमा दिसू लागल्या. पीयेर क्यूरींनी

 त्या जखमांवर उपचार केले. लोकांना समजले की, रेडियम आणि युरेनिअमशी "जपून वागले पाहिजे."

आता चांगल्या रीतीने संरक्षण करण्यास इंजिनिअर शिकलेत. म्हणून अणु-स्थानके मुळीच धोकादायक नाहीत. शहरांच्या ऐन मध्यभागी त्यांना उभारले तरी चालेल. औष्णिक स्थानकांपेक्षा ती अनेक पटींनी "स्वच्छ" असतात व धूळ, राख आणि धुराने हवा दूषित करीत नाहीत.

अणु-स्थानकांभोवती "हरितगृहे"सुद्धा बांधतात. त्यांच्यात भाजीपाला व फुलांची पैदास करतात. लेनिनग्राद शहरात समुद्राशेजारी उभारलेले अणु-स्थानक मच्छीमारांना मदत करतेय. टर्बाईनांना थंड करणारे उबदार पाणी आखाताच्या पाण्यात वाहात असते. त्यात माशांचे खाद्य असलेल्या पाण-वनस्पती विपुल वाढतात. जेथे खाद्य, तेथे मासे.

आण्विक ऊर्जा माणसांना आणखी एका महत्त्वाच्या कामात मदत करू शकेल. सध्या पृथ्वीवर गोड्या पाण्याचा तुटवडा जाणवू लागलाय. आपण जे पितो आणि ज्याने आंघोळ करतो ते साधे पाणी. आपण पाणी जास्त पिऊ लागलो अथवा वारंवार आंघोळी करू लागलो, म्हणून पाण्याचा तुटवडा भासू लागलाय असे नव्हे. आपले उद्योगधंदे पाण्याचा अधिकाधिक वापर करू लागलेत. लोखंड वितळविण्यासाठी, तेल खोदून काढण्यासाठी, वीज उत्पादनासाठी, पाण्याची गरज भासते. शेतीसाठी विपुल पाणी आवश्यक आहे. भरपूर सूर्यप्रकाश आणि सुपीक जमिनीच्या पृथ्वीवर अनेक जागा आहेत. पण तेथे पाणी नाही. म्हणून माणसे तेथे कालवे खणतात, भाजलेल्या धरतीची तहान भागवायला नद्यांमधले व सरोवरांमधले पाणी पंपांनी उपसतात.

पृथ्वीवरील महत्त्वाचे पाणसाठे म्हणजे समुद्र आणि महासागर. पण सर्वांना माहीत आहे की, त्यांचे पाणी खारट असते. समुद्राचे पाणी गोडे बनवून त्याचा वापर करतात. ही अगदी साधी क्रिया आहे: खारे पाणी उकळवतात. त्याची वाफ वेगळी काढून संघनित्रांमध्ये ती गोळा करतात व तिला थंड करतात. परिणामी ताजे पाणी मिळते. त्याला "चव" यावी म्हणून त्यात थोडे मीठ मिसळतात आणि बास्स – आंघोळ करा, प्या अथवा बागांना आणि वाफ्यांना शिंपण करा. "बंबां" मधील गाळ फेकून देतात आणि नव्याने त्यात समुद्राचे खारट पाणी ओततात. तो गाळसुद्धा उपयुक्त उत्पादन असतो. त्यात मौल्यवान वस्तू समाविष्ट असतात: मँग-नीज, सोडियम, पोटॅस्सियम आणि थोडेसे सोनेसुद्धा.

खाऱ्या पाण्याचे गोड्या पाण्यात रूपांतर करण्यासाठी खूप ऊर्जा आवश्यक असते. ही ऊर्जा अणु-स्थानके पुरवू शकतात.

सोविएत संघात कास्पीयन सागराच्या पूर्व तीरावर, निर्जल आणि तापल्या

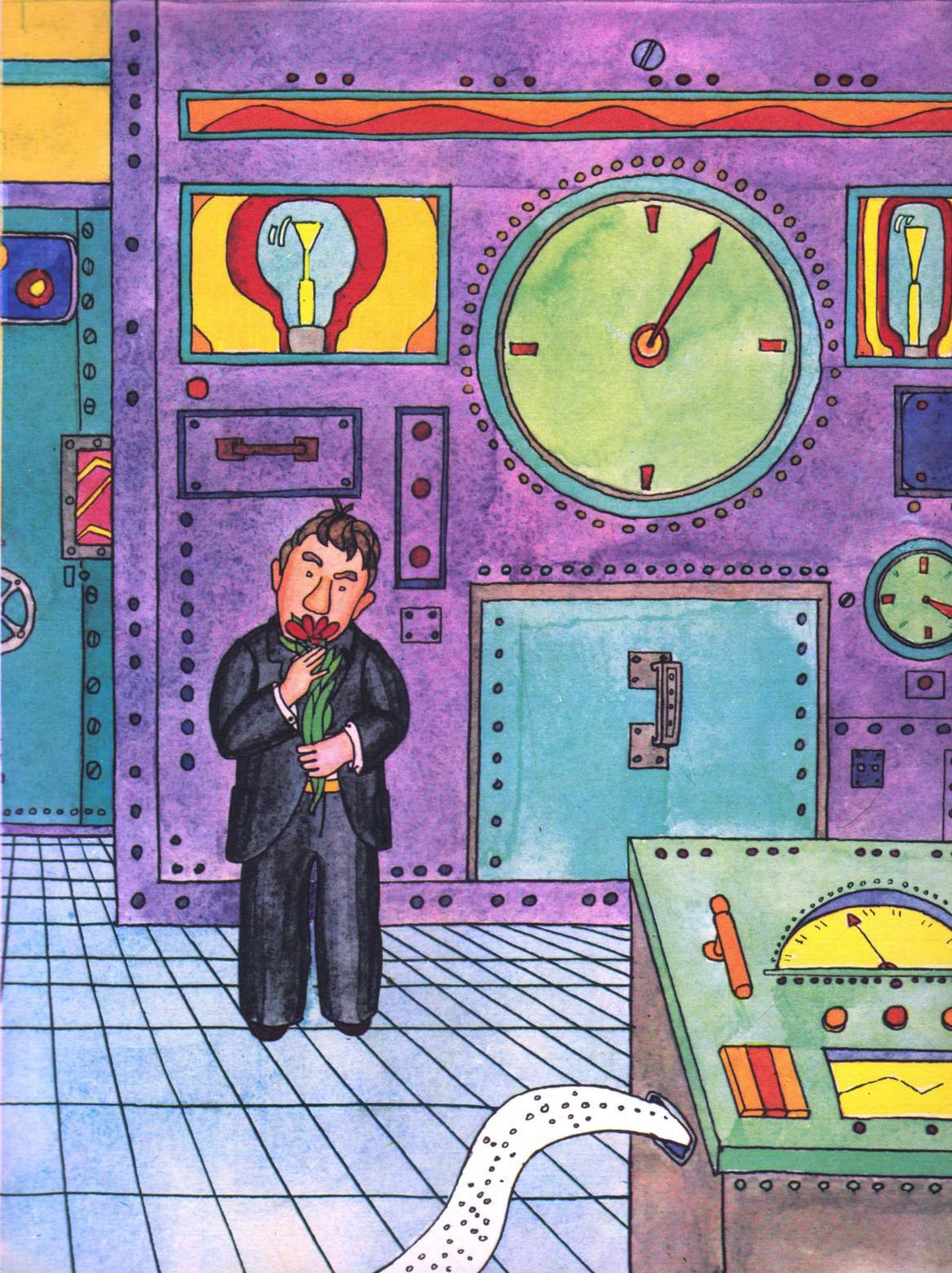
वाळूच्या प्रदेशात, शेवचेन्को नावाचे एक शहर उभे आहे. अर्थात, तात्काळ तुमच्या नजरेसमोर टेबलासारख्या सपाट भूमीचे, गवत आणि झाडे नसलेल्या रखरखीत रस्त्यांचे दृश्य उभे राहिले असेल. तुमची चूक झाली. तेथे हवे तेवढे पाणी आहे. सावली देणाऱ्या आळया आणि कारंजी आहेत. सबंध शहर फुलांनी डवरलेले. आणि ही सर्व जादूभरी करामत माणसांच्या हातांनी केलेली. शेवचेन्को शहरात आण्विक वीजस्थानक आहे. त्याची ऊर्जा जवळजवळ पूर्णपणे गोडे पाणी बनविणारे प्रभावी प्रतिष्ठापन वापरते. शहराला ते पाणी पुरविते आणि उद्योगधंद्यांना कच्चा माल: सोडियम क्षार, पोटॅस्सियम, मँगनीज व इतर अनेक.

सध्या आण्विक वीजस्थानके औष्णिक वीजस्थानकांपेक्षा कितीतरी पटींनी कमी वीजउत्पादन करतात. पण लौकरच, आणखी वीस-तीस वर्षांनंतर, आण्विक स्थानके पृथ्वीवरील ऊर्जेची मुख्य शक्ती बनतील. दोन कारणे आहेत. पहिले कारण, इंधन कमी कमी होत जाणार. दुसरे कारण, इंधन पूर्णपणे जाळून टाकणे शहाणपणाचे नाही. तेल, वायू आणि दगडी कोळसा यांच्यापासून अनेक उपयुक्त गोष्टी बनविता येतील. कृत्रिम धागा, म्हणजे सदरे, कोट आणि हिवाळी केसाळ कोट; पोलादापेक्षा अधिक बळकट कृत्रिम माल; काच, कापूस, यंत्रांचे सुटे भाग व इतर खूप खूप वस्तू.

शास्त्रज्ञांचे मत आहे की, इ. स. २००० च्या दरम्यान निम्म्याहून जास्त वीजनिर्मिती आण्विक वीजस्थानके करतील. आणि सध्या औष्णिक वीजस्थानकांमध्ये उत्पादित होणाऱ्या वीजेपेक्षा ती वीज दसपटींनी स्वस्त असेल.

सोविएत संघात आण्विक ऊर्जा-उत्पादन झपाट्याने वाढत आहे. दर पंचवार्षिक योजनेत सुमारे १० आण्विक वीजस्थानके उभारली जात आहेत.





३८ पाणी जळू शकेल काय?

बहिणी-बहिणी असलेल्या दोन कोल्हीणींची एक रशियन परीकथा आहे. त्यांनी "काड्यापेटी घेतली, त्या निळ्या सागरापाशी गेल्या आणि निळा सागर त्यांनी पेटवून दिला!" जेव्हा सागर धडाडून पेटला, तेव्हा बंबवाल्यांनी तो "समोशांनी, धिरड्यांनी व सुकवलेल्या अळंब्यांनी" विझविला. तू म्हणशील: "हा सगळा फालतू-पणा आहे. पाणी जळत नाही. ना सागराचं, ना नदीचं, ना सरोवराचं. उलट पाण्यानं आगी विझवतात." तुझे म्हणणे खरे ठरेल. पण पूर्णतया नव्हे.

खुद्द पाणी जळत नाही – हे अगदी नक्की. पण गंमत पहा: पाणी ज्या घटकांचे बनले आहे, त्यांपैकी एक घटक झकास जळतो आणि दुसरा जळण्याला छान मदत करतो. हायड्रोजन आणि प्राणवायू. त्या घटकांची ही नावे. पण एवढ्यावरच सारे संपत नाही. "सामान्य" हायड्रोजनमध्ये कधी कधी नेहमीच्या दुप्पट जड कणांचा समावेश होतो. तशा हायड्रोजनला जड हायड्रोजन अथवा ड्युटिरिअम म्हणतात. ह्या घटकाच्या जोरावर माणसे विपुल ऊर्जेची स्वप्ने पहात आहेत.

खूप पूर्वीच माहीत झाले आहे की, जर जड हायड्रोजनचे दोन अणु एकत्र केले, तर त्यापासून नव्या घटकाचे – हेलीयमचे – केंद्रक बनते आणि प्रचंड ऊर्जा निर्माण होते. एक किलोग्राम ड्युटिरिअममधून जेवढी ऊर्जा निर्माण होते, तेवढी ऊर्जा निर्माण करायला १ कोटी ४० लाख किलोग्राम कोळसा जाळावा लागेल.

महासागरात किती ड्युटिरिअम आहे, माहीत आहे? मानवजातीला ५० महापद्म वर्षे पुरेल एवढा!

पण दोन केंद्रकांना एकत्र करणे खूप अवघड आहे. त्यासाठी ड्युटिरिअमला २० कोटी अंश सेंटीग्रेड तपमानापर्यंत गरम केले पाहिजे! केवळ तशा भट्टीत ड्युटि-रिअमचे दोन केंद्रक एकमेकात मिसळतात व त्यांच्यातील सुप्त ऊर्जा मोकळी करतात.

पण अशा नरकसमान उष्णतेत निसर्गातील सर्व गोष्टी वितळून जातील, त्यांचे वायूत – आयनायुत – रूपांतर होईल. जर सर्वच गोष्टी वितळतील, तर जेथे ड्युटि-रिअम तापवणार ते प्रतिष्ठापनही वायुरूप होणार? अर्थात. म्हणजे काहीच प्राप्त होणार नाही? सुदैवाने तसे नाही.

आयनायु म्हणजे वस्तूंचे कण आणि तुकडे यांचे मिश्रण: इलेक्ट्रॉन, न्यूट्रॉन,
न्यूक्लीय तुकडे आणि अणूचे आख्खे केंद्रक. त्या सर्वांमध्ये विद्युत-प्रभार आहे. ह्याचा शास्त्रज्ञांनी उपयोग केला. आयनायुला चुंबकीय क्षेत्रात "गुंडाळण्याचा" त्यांनी निर्णय घेतला.

चुंबकीय क्षेत्र म्हणजे काय हे ताबडतोब सांगता येणार नाही... पण प्रयत्न करू.

तू कधीतरी निदान एकदा हातात चुंबक धरला असशील. हा धातूचा तुकडा सर्व प्रकारच्या लोखंडी वस्तूंना स्वतःकडे खेचतो: खिळे, टोपणे, क्लिपा... आणि स्वतः लोखंडाला घट्ट "चिकटतो."

तू वाचलेल्या अथवा लौकरच वाचशील अशा अनेक पुस्तकांमध्ये चुंबक व लोखं-डाचा चुरा यांच्याबद्दलच्या प्रयोगांची वर्णने असतात. एका कार्डबोर्डावर लोखंडी चुरा शिंपडा. कार्डबोर्डाच्या तळाशी हलकेच चुंबक ठोका. जणू जादू घडल्याप्रमाणे चुरा विखरतो आणि त्याच्या वर्तुळाकार रचना बनतात. अर्थात, ह्यात काहीही जादू नाही. फक्त चुऱ्यावर चुंबकीय क्षेत्राने परिणाम केला आणि बलरेषांमध्ये त्याची विभागणी केली.

बलरेषा चुंबकाभोवती नेहमी असतात – मग लोखंडाचा चुरा असो वा नसो. चुऱ्यामुळे केवळ त्या अदृश्य रेषा "दाखविल्या" जातात, फोटोच्या कागदावर डेव्ह-लपर जसे चित्र उमटवतो त्याप्रमाणे. ह्या रेषांचे जाळे प्रत्येक प्रभारीत कणाला ठरीव मार्गामधून फिरायला लावतो. कणांना स्वेच्छेने उडता येत नाही. चुंबकीय क्षेत्र आयना-युला एका बारीक दोरीत दाबतो. ही दोरी व प्रतिष्ठापनाच्या भिंती यांच्या दरम्यान एक पोकळी तयार होते. त्यामुळे भिंती सुरक्षित आणि धडधाकट राहतात.

चुंबक आणखी एक उपयुक्त गोष्ट करतो. केंद्रकांचा संयोग घडविण्यासाठी त्यांची संख्या खूप असली पाहिजे. अशा रीतीने एकमेकांना शोधणे त्यांना सोपे जाईल. चुंबकीय क्षेत्र "केंद्रकांचा एक ढीग बनविते," लौकर अथवा उशीरा त्यांची टक्कर होते, त्यांचा संयोग घडतो आणि ऊर्जा निर्माण होते. पण...

पण तूर्तास ह्या सगळ्या आशा आहेत. अद्याप ड्युटिरिअमला त्या पद्धतीने तापविणे पृथ्वीवर कुणालाही शक्य झालेले नाही आणि त्याच्यापासून उपयुक्त ऊर्जा प्राप्त करणे जमलेले नाही. एवढे खरे, सोविएत शास्त्रज्ञांनी "तोकामाक" नावा-

 खाली प्रतिष्ठापनांची एक आख्खी मालिका आरेखित करून तिची बांधणी केली आहे. अगदी नवे "तोकामाक" मॉडेल २ कोटी अंश सेंटीग्रेडपर्यंत तपमान पुरवू शकते. आवश्यक तपमानापेक्षा फक्त दहापट कमी! अजून तरी "तोकामाकां" पासून मिळणाऱ्या ऊर्जेपेक्षा त्यांच्यावर खर्च होणारी ऊर्जा जास्त आहे. पण तरीही त्यांचे संशोधन व त्यांचा विकास पुढे चालू ठेवले पाहिजेत.

आज्ञाधारक आयनायु बनविणे अत्यंत अवघड आहे. चुंबकीय क्षेत्रात बारीकशी फट शोधण्याचा तो सतत चिकाटीने प्रयत्न करतो व ज्या क्षणी त्याला तशी फट सापडते, त्या क्षणी तो तात्काळ क्षेत्र फोडून जातो. चुंबकीय क्षेत्र ज्यासाठी निर्माण केलेले होते ते ड्युटिरिअमचे केंद्रक सर्व दिशांना उडते आणि पुनश्च नव्याने आरंभ करावा लागतो.

म्हणून केंद्रकापासून ऊर्जा प्राप्त करण्याचे दुसरे मार्ग शास्त्रज्ञ शोधत आहेत. उदाहरणार्थ, जड पाण्याचा ड्युटिरिअमयुक्त कणांचा छोटा थेंब गोठवायचा. टाचणीच्या डोक्याएवढ्या आकाराचा बर्फाचा कण उपलब्ध झाला. त्या कणावर लेसर किरणशलाका सोडायची. लेसर म्हणजे वायुयुक्त लोलक अथवा पातळ नलिका, ज्यातून किरणशलाका जोरदारपणे "फेकतात." किरणांच्या "आघाता" मुळे बर्फाचा कण खूप तापतो. त्यातील ड्युटिरिअमची "केंद्रके" एकमेकांशी संयोग पावू लागतात आणि ऊर्जा निर्माण होते. एक छोटा स्फोट घडतो. किरणशलाका दुसऱ्या लक्ष्यावर रोखतात, मग तिसऱ्या... "स्फोट" एकापाठोपाठ घडत राहतात. प्रत्येक स्फोट स्वतंत्रपणे थोडीशी ऊर्जा देतो, पण सर्व स्फोटांची मिळून... शास्त्रज्ञांनी आकडेमोड केलीय: पुरेशी ऊर्जा प्राप्त करण्यासाठी, आण्विक इंधन सामावलेल्या किमान वीस बर्फकणांचे दर सेकंदाला "स्फोट" केले पाहिजेत.

बर्फकणांपासून मिळालेली उष्णता द्रव लिथियम गरम करण्यास उपयोगी पडते. हा एक धातू आहे. लिथियम ती उष्णता पाण्याला देतो. पाणी आता जड नसते, साधे असते. पाण्याची वाफ बनते आणि वाफ टर्बाईनकडे जाते.

प्रचंड तपमानात (२०००००००° सें.–ही काही थट्टा नव्हे!) केंद्रकांचा संयोग घडवितात त्याला तापन्यूक्लीय अभिक्रिया म्हणतात.

निसर्गात ह्या अभिक्रिया नेहमी सहज घडत असतात–अर्थात पृथ्वीवर नव्हे. माणसांना जेव्हा ती माणसे आहेत हे माहीत नव्हते, त्या काळात त्यांनी तापन्यूक्लीय

ऊर्जेचा वापर केला होता. तापन्यूक्लीय क्रियाधानी अब्जावधी वर्षांपासून आपल्या
डोक्यांवर लटकत आहे – आपणा सर्वांना माहीत असलेला लाडका सूर्य.

त्याच्या केंद्रकांमध्ये अनेक अब्जावधी वर्षे अखंडपणे तापन्यूक्लीय अभिक्रिया चालू आहे. ही सारी वर्षे पृथ्वीवर ऊर्जेचा प्रभावी प्रवाह कोसळत आहे.

अशाच प्रकारच्या निसर्गातील भट्ट्या – तारे – सगळ्या नभांगणात विखुरल्या आहेत. पण त्या खूप दूर असल्यामुळे त्यांची ऊर्जा आपल्यापर्यंत जवळजवळ पोहोचतच नाही. ती असीम अंतरिक्षात हरवून जाते.

तापन्यूक्लीय अभिक्रिया भरपूर ऊर्जा देते म्हणूनच केवळ चांगली, असे नव्हे. तिचे दुसरे महत्त्वाचे वैशिष्ट्य – स्वच्छता.

तापन्यूक्लीय ऊर्जेचे बहुधा वीजेत रूपांतर करतील. अद्याप अशा स्थानकांना नावसुद्धा शोधलेले नाही हे खरे, पण ती स्थापन होणार नक्की. त्यांची फार काळ आपणाला वाट पहावी लागणार नाही.

हायड्रोजनशी आणखी एक स्वारस्यपूर्ण योजना निगडित आहे. सर्वांना परिचित असलेल्या पेट्रोलची जागा तो घेईल. असे घडण्यास किमान दोन कारणे आहेत.

पहिले कारण तुम्हाला ठाऊक आहे. इंजिनांमध्ये पेट्रोल जाळणे फार खर्चिक आहे. थोर रशियन रसायनशास्त्रज्ञ द्मित्री इवानोविच मेन्देलेयेव म्हणाले होते की, तेल (अथवा पेट्रोल) जाळणे म्हणजे पैसे जाळून चुलाणा गरम करण्यासारखे आहे. हे अगदी पूर्ण सत्य आहे, विशेषतः आजच्या काळात. आम्ही याआधी सांगितलेय की, तेलापासून हजारो वेगवेगळया वस्तू उपलब्ध करता येतात. कापड आणि औषधांपासून ते चवदार कॅव्हियरपर्यंत. पण त्याऐवजी आपण सध्या पेट्रोल, केरोसिन आणि इंधनाचे तेल बनवीत आहोत. अद्याप न बनविलेले सदरे, सूट, यंत्रांचे सुटे भाग, औषधे आणि खाद्यपदार्थ आपण जाळत आहोत...

कारण दुसरे. आज एव्हाना ठामपणे सिद्ध झालेय की, तेलाचे पदार्थ जाळल्यानंतरचे अवशेष आपल्या ग्रहावरील हवा दूषित करतात. जेवढा अधिक काळ जाईल, तेवढी हवा अधिक दूषित होईल. धावणारी प्रत्येक मोटार वर्षभराच्या अवधीत एक टन अत्यंत अपायकारक पदार्थ हवेत सोडते. त्या वस्तू निसर्गाची प्रचंड हानी करतात, सूर्यकिरणांना अडवतात व मोठ्या शहरांमधील हवा विषारी बनवितात.

जगातील रस्त्यांवरून सध्या २५ कोटींपेक्षा जास्त मोटारी धावत आहेत. आकाशात शेकडो हजारो विमाने उडताहेत, समुद्रांवरून अनेक हजार बोटी संचारताहेत. त्यांपैकी प्रत्येक मोटार, प्रत्येक विमान व प्रत्येक बोट "नभाचे प्रदूषण" करीत आहे.

पण माणसांपाशी सध्या दुसरा पर्याय नाही. तेल अथवा पेट्रोलसारखे सुरेख दुसरे इंधन नाही.

तूर्तास नाही. पण खूप शक्यता आहे की, दुसरे इंधन उपलब्ध होईल. हायड्रोजन तसे इंधन बनू शकेल. फार पूर्वीच लोमोनोसोव* यांना माहीत होते की, हायड्रोजनचा जर प्राणवायूशी संयोग केला, तर पाणी मिळते आणि उष्णता निर्माण होते.

शास्त्रज्ञांना आणि इंजिनिअरांना ह्यात रस होता. हायड्रोजन सर्वांत उत्तम इंधन आहे असे अनेकांचे मत आहे. सर्वप्रथम, सागरांच्या आणि महासागरांच्या पाण्यांमध्ये त्याचे साठे विपुल आहेत. दुसरे, हायड्रोजन जाळल्यानंतर तो कुठे नाहीसा होत नाही. प्राणवायूशी संयोग होताच त्याचे परत पाण्यात रूपांतर होते. म्हणून हायड्रोजन सर्वांत "स्वच्छ" इंधन आहे. "हायड्रोजन" इंजिनाच्या बहि:सर्जन नलिकेमधून बिनअपायकारक पाण्याची वाफ बाहेर पडेल.

हायड्रोजन इंधन कोणत्याही वाहनात वापरता येईल, कारखान्यांमध्ये वापरता येईल, घरांना उबदार ठेवण्यासाठी आणि वीजउत्पादनासाठी वापरता येईल.

सध्या रासायनिक प्रक्रियेद्वारे तेलामधून हायड्रोजन उत्पादित करतात. ही प्रक्रिया खूप खर्चिक आहे आणि हायड्रोजन अगदी कमी मिळतो. दुसरा एक "विद्युत" उपाय आहे. त्याला विद्युत अपघटन म्हणतात.

पाण्यामधून जोरदार विजेचा प्रवाह सोडतात. तो पाण्याचे हायड्रोजन आणि इतर घटकांमध्ये विभाजन करतो. हायड्रोजन हा हलका वायू आहे. तो पाण्याच्या पृष्ठभागावर चढतो आणि पाण्यातून "बाहेर पडतो." इथे त्याला "पकडतात" आणि टाक्यांमध्ये गोळा करतात.

---

* लोमोनोसोव मिखायल वासील्येविच (१७११-१७६५) – नामवंत रशियन निसर्गशास्त्रज्ञ, कवी, चित्रकार व इतिहासकार.

विद्युत अपघटनासाठी खूप वीज लागते. म्हणून आपल्यापाशी पुरेशी विद्युत ऊर्जा असेल, तर हायड्रोजन भरपूर प्रमाणात उत्पादन करणे शक्य आहे. जेव्हा पृथ्वीवर आण्विक आणि तापन्यूक्लीय वीजस्थानके पूर्णत्वाने काम करू लागतील, तेव्हा वीज विपुल प्रमाणांत उपलब्ध होईल.

मग अशी मालिका निर्माण होते: न्यूक्लीय अभिक्रिया – वीज – विद्युत अपघटन – हायड्रोजन, इंजिनासाठी इंधन.

ही मालिका कार्यान्वित झाल्यास कशी दिसेल त्याबद्दलची योजना इंजिनिअरांनी आखलेली आहे. सागरांवर आणि महासागरांवर तरती न्यूक्लीय वीजस्थानके बांधण्यात येतील. त्यांच्यापासून उत्पादन होणारी वीज हायड्रोजनच्या निर्मितीसाठी वापरण्यात येईल. हा हायड्रोजन नलिकामार्गांमार्फत किनाऱ्यावर नेण्यात येईल. कारखान्यांमध्ये ह्या हलक्या वायूचे द्रवात रूपांतर करण्यात येईल व ज्यांना पाहिजे असेल त्यांना नलिकांमार्फत अथवा टाक्यांमधून पुरविण्यात येईल.

पण हे काम तेवढे सोपे नाही. द्रव हायड्रोजनची खोलीतील तपमानातसुद्धा चटकन वाफ बनते. म्हणून त्याला ज्यात ठेवतात ती टाकी घट्ट बंद पाहिजे. पण मग त्या टाकीच्या झाकणापाशी लौकरच खूप हायड्रोजनची वाफ गोळा होईल आणि टाकी फुटेल. त्यासाठी उघड्या टाक्यांमध्ये हायड्रोजन साठवतात. त्यांचे गुपित असे आहे की, स्फोट टाळण्यापुरत्या ह्या टाक्या उघड्या असतात आणि जास्तीत जास्त हायड्रोजन टिकवून धरतात. हायड्रोजन कमीत कमी गमावला जावा ह्यासाठी त्याला कमाल प्रमाणात थंड करतात – शून्याखाली २००° ते २५०° सेंटीग्रेड. असले "थेर्मोस" बांधणे खूप अवघड आहे. विशेषतः मोटारींसाठी. सामान्य पेट्रोलच्या टाकीपेक्षा ते मोठे असून चालणार नाही.

आता जरा मागे वळून पाहू. काय काय आपल्याला माहीत झाले त्याची उजळणी करू आणि त्यावरून काही निष्कर्ष काढू.

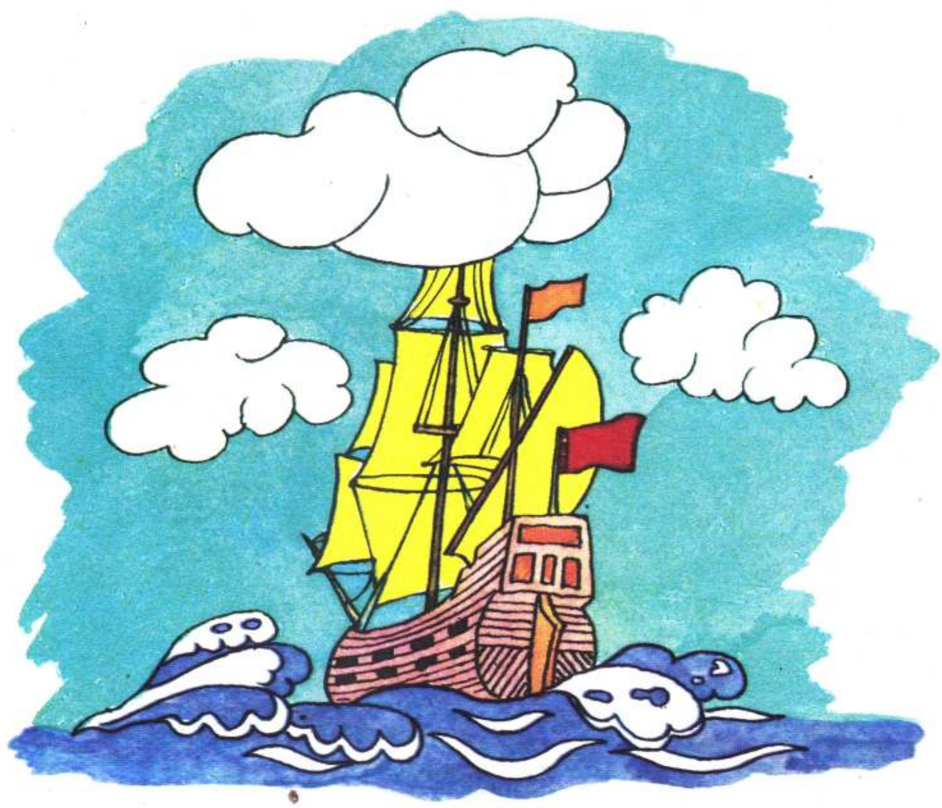
ऊर्जा प्राप्त करण्याच्या दोन रीती आपल्या परिचयाच्या झाल्या.

पहिल्या रीतीचा आधार-इंधन. त्यात रासायनिक ऊर्जा सामावलेली असते. इंधन जाळून आपण ह्या रासायनिक ऊर्जेचे औष्णिक ऊर्जेत रूपांतर करतो. इंधनामार्फत ऊर्जा उत्पादन करण्याची रीत आज प्रमुख आहे.

दुसऱ्या रीतीचा आधार आहे अणुचे केंद्रक – आण्विक अथवा न्यूक्लीय ऊर्जेचे आगार. जेव्हा आपण केंद्रक फोडतो, तेव्हा न्यूक्लीय ऊर्जेचे औष्णिक ऊर्जेत रूपांतर करतो. नजीकच्या भविष्यकाळात न्यूक्लीय संयोगामधूनही आपण उष्णता प्राप्त करू शकू. न्यूक्लीय रीत आज फारशी प्रचलीत नाही. पण भविष्यकाळात ती प्रमुख होईल.

ह्या दोन रीतींमधील आवश्यक दुवा म्हणजे – उष्णता, औष्णिक ऊर्जा. इंधन-आधारीत अथवा न्यूक्लीय रीत यांपैकी कोणत्याही रीतीमध्ये लोकांचे उष्णतेविना चालत नाही आणि बहुधा कधीच चालणार नाही...

पण ह्या दोन रीतीच केवळ अस्तित्वात आहेत असे नाही. मानवजातीपाशी ऊर्जेचे दुसरे साठे उपलब्ध आहेत, म्हणजे ऊर्जा मिळविण्याच्या दुसऱ्या रीतीही आहेत. काही रीतींचा माणसे पूर्वीपासून वापर करताहेत. दुसऱ्या रीतींचा नुकता शोध सुरू झालाय.







४८ पाण्यातील ऊर्जेचा आपण कसा वापर करतो?

तुला असे दृश्य कधीतरी दिसले असेल. लाकडी पन्हळीतून पातेदार चाकावर पाण्याचा प्रवाह पडतोय. चाक फिरते आणि मोठा सपाट दगड फिरवतेय—चक्कीचे जाते. दगडाच्या मध्यभागी खोलगट पोकळी. त्यात धान्य ओततात. जात्याचा दगड स्थिर तळावर फिरतो व धान्याचे दळून पीठ बनवितो. पीठ पोत्यात पडते. ही प्रसिद्ध पाणचक्की शतकानुशतके मानवजातीला "खाऊ घालीत" होती.

किंवा आणखी एक. पाण्याच्या चाकामधून जाड लाकडी आस पुढे आलेला. आसावर दातेरी चाके. चाके विंधण्याचे हत्यार फिरवतात, हातोडा उचलतात अथवा लोहाराचा भाता फुगवतात. हा छोटा कारखाना अथवा यांत्रिक कर्मशाळा.

चक्कीत धान्य दळले. लोहारशाळेत शिडाच्या जहाजासाठी नांगर घडवले अथवा घोड्यांचे नाल ठोकले. ह्या "कारखान्यांमध्ये" वेगवेगळी कामे करीत आणि तेथे वेगवेगळी यंत्रे काम करीत होती. आणि कामासाठी आवश्यक ऊर्जा ते एकाच उगमापासून प्राप्त करीत होते—पाणी.

पाण्याची ऊर्जा हालचालींमधून निर्माण होते. स्थिर पाण्यात कुठलेही चाक फिरणार नाही. कोणतीही आपली युक्ती लागू पडणार नाही.

सांगणे आवश्यक आहे की, ही गोष्ट लोकांच्या नेहमीच ध्यानात येत नसे. मध्ययुगात व्हेनिसमध्ये एका खास तळ्यात यंत्रज्ञांची स्पर्धा भरवीत. स्थिर पाण्याला कामाला जुंपण्याचा ते प्रयत्न करीत. अर्थात त्यांना त्यात मुळीच यश येत नसे. स्वतः-च्या अपयशांची वेगवेगळी कारणे ते संशोधक देत. कुणी म्हणे, पाणी फारच थंड होते; कुणी म्हणे ऊन फार तापले होते. मुख्य कारण दुसरेच होते: पाणी वाहते नव्हते...

आपल्या नद्या कुठून आणि कुठे वाहतात? त्या वरून खालती वाहतात. डोंगर-टेकड्यांवरून सखल प्रदेशात आणि सरतेशेवटी सागराकडे. त्यांना वाहायला काय भाग पाडते? पाण्याच्या प्रचंड प्रवाहाला शेकडो-हजारो किलोमीटर दूर असलेल्या सागरांकडे व महासागरांकडे कोणती शक्ती ढकलत असते? ह्या प्रश्नाचे उत्तर सर्वांना माहीत आहे: गुरुत्वाकर्षण. पेल्यातील हिंदकळलेले पाणी नेहमीच खाली फरशीवर पडते.

पण स्वतःच्या हिंमतीवर फक्त वरून खाली वाहू शकणारे पाणी त्या डोंगरात वरती प्रथम गेलेच कसे? कुठला सामर्थ्यवान पंप त्याला डोंगरापर्यंत "उपसून" नेतो? हा पंप – सूर्य.

सूर्याची किरणे केवळ पाषाण, वाळू आणि वनस्पती तापवीत नाहीत. महासागर, सागर व सरोवरांमधील पाण्यालाही ती तापवतात. पाण्याची वाफ वातावरणात उंच चढते, दर मिनिटाला स्वतःबरोबर अब्जावधी टन पाणी नेते. जेव्हा वाफ हवेतील थंड थरांपर्यंत पोहोचते, तेव्हा तिचे परत पाण्यात रूपांतर घडते. पाण्याचे थेंब जमिनीकडे धाव घेतात आणि पावसाच्या अथवा हिमाच्या रूपाने भूपृष्ठावर कोसळतात. त्यांचे निर्झर व नद्या बनतात आणि पुन्हा वेगाने अथवा संथपणे स्वतःचे पाणी सागराकडे वाहून नेतात. चक्र चालू राहते...

ह्या प्रचंड हालचालीला निसर्गातील जलचक्र म्हणतात.

हजारो वर्षांपूर्वी पाणी माणसासाठी जसे राबत होते, तसेच आजही राबते आहे. एवढे खरे, आता ते केवळ धान्य दळत नाही आणि लोहारशाळेत भाता फुगवत नाही. त्याचे मुख्य काम: वीजउत्पादन.

नदीला धरण बांधून अडवतात. धरणामध्ये प्रचंड झडपांचे नलिकांसारखे मार्ग असतात. प्रत्येक नलिकेत पात्यांचे एक चाक असते – द्रविक अथवा साधे पाण्याचे टर्बाईन. दंड टर्बाईनला वीज निर्माण करणाऱ्या जनित्राशी जोडतो.

नदीचे पाणी धरणाशी अडते व त्याची पातळी वाढू लागते. पाण्याची पातळी जेवढी जास्त वाढेल, तेवढी अधिक ऊर्जा त्यात साठते. नलिकेची झडप उघडताच पाणी जोराने टर्बाईनकडे धावते आणि त्याच्या पात्यांवर प्रचंड ताकदीने आघात करते. टर्बाईन गोल फिरू लागते. त्याच्याबरोबर वीजेचा जनित्र फिरू लागतो आणि वीजेचा प्रवाह निर्माण करतो.

धरण, टर्बाईने आणि जनित्रे यांना जलविद्युत स्थानक म्हणतात.

सोविएत संघात भरपूर पाणी असलेल्या खूप मोठ्या नद्या आहेत. सोविएत संघाच्या युरोपीय प्रदेशातील सर्व मोठ्या नद्या – वोल्गा, द्नेप्र, कामा – एव्हाना वीजउत्पादन करीत आहेत. वोल्गावर वीजस्थानकांचा आख्खा समूह उभारलाय. (अशा समूहात नदीवर एकापाठी एक जलविद्युत स्थानके बांधतात.). द्नेप्रवरही अनेक वीजस्थानके आहेत.

पण सैबेरीयातील नद्यांची न वापरलेली ऊर्जा अजून खूप आहे. म्हणून तेथे नद्यांएवढीच बलाढ्य अशी जलविद्युत स्थानके उभारीत आहेत. जगातील सर्वांत मोठे जलविद्युत स्थानक येनीसेई नदीवर क्रास्नोयार्स्क शहरापाशी बांधलेय. ह्याच येनीसेईवर आता त्याहून बलाढ्य सायानो-शूशेन्स्कोये जलविद्युत स्थानक उभारीत आहेत. खोल घळीचे आणि उंच किनाऱ्यांचे स्थळ ह्या स्थानकासाठी निवडले आहे. येनीसेईला उंच सीमेंट-काँक्रीटचे धरण घातले आहे. त्यावर दहा हायड्रोअॅग्रेगेट बसविणार आहेत. विद्युतजनित्रासह जलटर्बाईनला हायड्रोअॅग्रेगेट म्हणतात.

जलविद्युत स्थानकाची उभारणी फार खर्चिक आहे. पण त्यांच्यामधून होणारे वीजउत्पादन सर्वांत स्वस्त पडते. कारण त्याचा उगम – "मोफत" सूर्य. आम्ही सूर्याच्या "पंपा"बद्दल बोललो होतो ते आठवते?

पण फक्त सूर्यच पाण्याला आपली ऊर्जा देतो असे नाही. ह्या कामात आपला "रात्रीचा सूर्य" सुद्धा – चंद्र – गुंतलेला आहे. नाही, तो पाणी तापवीत नाही आणि आकाशापर्यंत वाफेला वरही चढवीत नाही. तो स्वतःच्या गुरुत्वाकर्षणाचा वापर करतो.

आपल्याला ठाऊक आहे की, सर्व आकाशस्थ गोलांपाशी गुरुत्वाकर्षण शक्ती आहे. ही शक्ती वजनावर अथवा अचूक म्हणजे गोलाच्या आकारमानावर अवलंबून असते. आकारमान जेवढे अधिक, तेवढी भोवतालच्या वस्तूंना स्वतःकडे खेचून घेण्याची शक्ती जास्त. गोल एकमेकांपासून जेवढे जास्त दूर, तेवढी खेचण्याची शक्ती जास्त क्षीण. जेवढे जास्त जवळ, तेवढी गुरुत्वाकर्षणाची शक्ती जास्त जोरदार.

अंतरिक्षातील आपला सर्वांत जवळचा शेजारी असलेला चंद्र पृथ्वीला व पृथ्वीवरील सर्व गोष्टींना भरपूर जोराने स्वतःकडे "खेचत" असतो. तो आपल्या डोक्यावर एकाच जागी टांगून राहिलेला नाही, तर पृथ्वीभोवती फिरतोय. आणि वाटेत ज्या वस्तूंवरून तो जातो, त्यांना "उचलत" असतो. कोरड्या जमिनीवर हे उचलणे दिसून येत नाही. पण महासागरांच्या विस्तारांवर लाट निर्माण होते आणि चंद्राचे "उचलणे" ठळकपणे दिसून येते. दिवसातून दोनदा ठरल्या वेळी ही लाट सर्व महासागरांवरून आणि सागरांवरून धावत जाते. पाण्याचा महाप्रचंड समूह संथपणे वर उसळतो आणि तेवढ्याच संथपणे खाली बसतो व किनाऱ्यांवर भरती-ओहोटी निर्माण होतात.

"चांद्र" लाटांमध्ये अमाप ऊर्जा आहे. जगातील सर्व जलविद्युत स्थानकांमध्ये उत्पादित होणाऱ्या ऊर्जेच्या शंभर पटींनी जास्त. एवढे खरे, ही ऊर्जा महासागरांच्या विस्तारांवर विखुरली आहे, तिला पकडणे अशक्य. प्रशांत महासागराच्या मध्यभागी जलविद्युत स्थानक उभारण्याचा व्याप कोण करील? पण तरीही थोडे "कण" पकडण्यात यश येते.

ऊर्जा "पकडतात" अशी. अरुंद मुखाचा उपसागर शोधतात. त्या मुखावर धरण बांधतात व धरणावर टर्बाईन आणि जनित्रे बसवतात. भरतीच्या आणि ओहोटीच्या वेळांना पाणी नलिकांमध्ये घुसते, टर्बाईनांना फिरविते.

सर्वसाधारणपणे पाणी तीन-चार मीटर उंचीपर्यंत चढते. पण सबंध घराच्या उंची एवढी भरती चढणारी काही ठिकाणे आहेत. पाणी जेवढे जास्त उंच चढते, तेवढे जास्त जोराने टर्बाईनच्या पात्यांवर आपटते व परिणामी जास्त ऊर्जा निर्माण होते. सोविएत शास्त्रज्ञांचे मत आहे की, क्रास्नोयार्स्क जलविद्युत स्थानकापेक्षा तिप्पट ताकदीचे भरती-ओहोटी स्थानक आखोत्स्क सागराच्या उत्तर "कोपऱ्यात" जेथे पेन्जिना नदी येऊन मिळते, तेथे बांधणे शक्य आहे.

सागरांच्या आणि महासागरांच्या तीरांपाशी पहिली वीजस्थानके एव्हाना फ्रान्स व सोविएत संघात उभी राहिली आहेत. कोला द्वीपकल्पामधील स्थानकाची क्षमता फार मोठी नाही हे खरे. पण सोविएत इंजिनिअर व शास्त्रज्ञ एव्हाना पूर्वेतील आणि उत्तरेतील सागरतीरांवर भरती-ओहोटीच्या स्थानकांचे नवे प्रकल्प तयार करीत आहेत. सोविएत संघाच्या उत्तरेतील आणि पूर्वेतील प्रदेशांना ती स्थानके ऊर्जा देतील. दर वर्षागणिक तेथील ऊर्जेची गरज जास्त जास्त वाढतेय.

स्थिर पाण्याला कामाला लावण्याचा प्रयत्न करणाऱ्या मध्ययुगीन यंत्रज्ञांबद्दल आम्ही उल्लेख केलेला आठवतो? आणि त्यांना त्यात कसे अपयश आले? तर अगदी अलीकडेच सोविएत शास्त्रज्ञांनी त्याबाबत विचार केला.

समुद्राच्या अगर मोठ्या सरोवरांच्या पाण्यात खोलवर प्रचंड सिलिंडर सोडायचा. सिलिंडरच्या "झाकणावर" एक अथवा अनेक झडपांचे नळ बसवायचे. नळांमध्ये हायड्रोॲग्रेगेट असतील. जर झडपा उघडल्या, तर नळांवाटे पाणी सिलिंडरमध्ये वाहात येईल. वाटेत ते टर्बाईनांवरून जाईल आणि टर्बाईनांना फिरवू लागेल. सि-

 लिंडर जोपर्यंत पाण्याने पूर्ण भरत नाही, तोपर्यंत टर्बाईन काम करीत राहतील. त्यानंतर अॅग्रेगेट थांबतील.

जर असले स्थानक सतत काम करू शकत नसेल, तर ते मुळी बांधायचेच कशाला? त्याचे कारण असे आहे. वीजस्थानकांमध्ये खूप पूर्वीपासून माहीत असते की, सकाळी कारखान्यांमध्ये यंत्रे जेव्हा सुरू करतात व संध्याकाळी सगळे घरातील दिवे, रस्त्यांवरचे दिवे आणि टेलीव्हिजन पेटवितात, तेव्हा खूप ऊर्जा आवश्यक असते. पण रात्रीच्या वेळांना अगदी कमी ऊर्जा लागते.

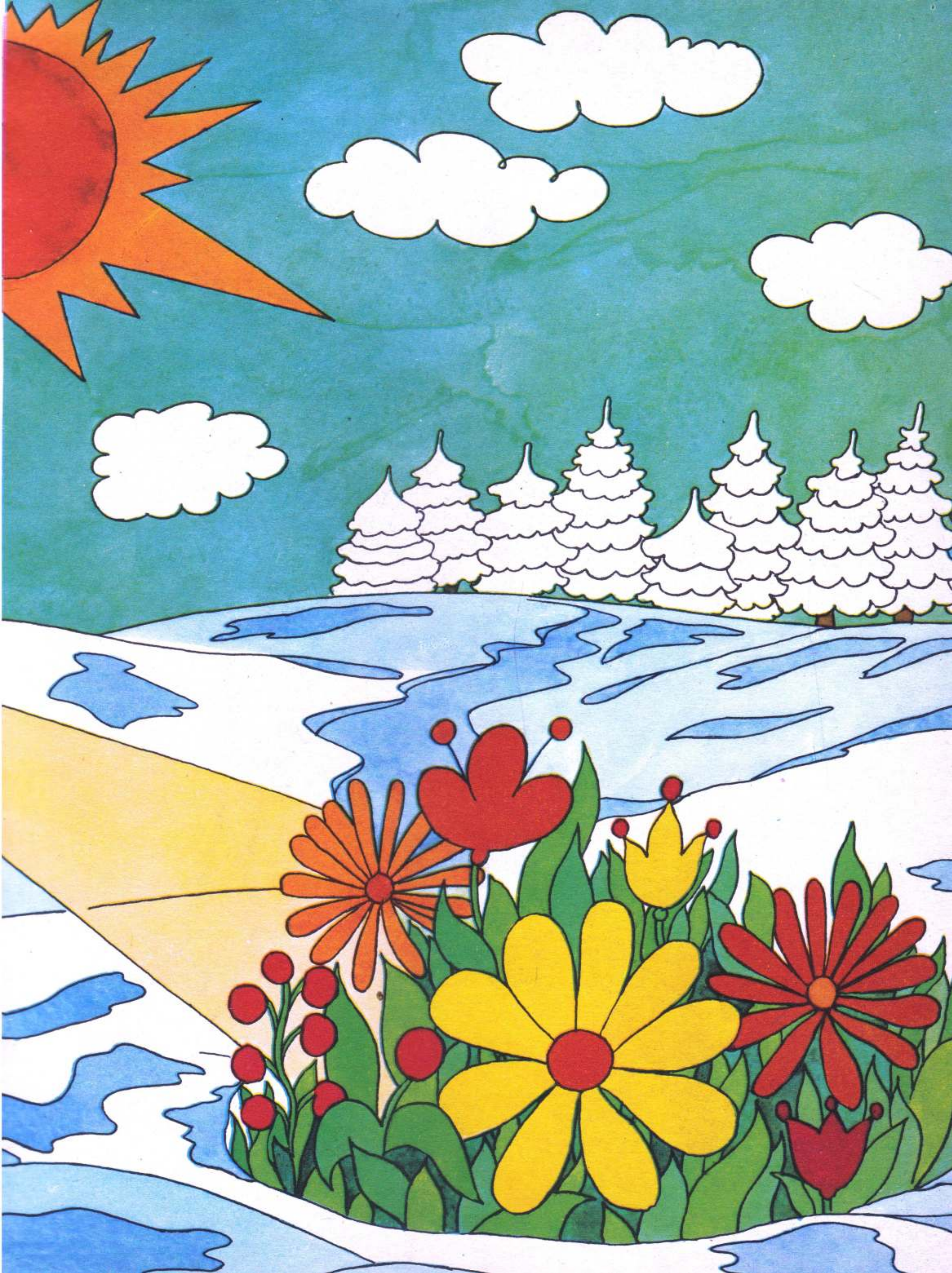
सकाळी व संध्याकाळी स्थानकांमध्ये सर्व जनित्र पूर्ण क्षमतेने काम करीत असतात. तरीही, ऊर्जा पुरी पडत नाही. रात्री बहुतेक अॅग्रेगेट बंद ठेवतात. त्यांच्या ऊर्जेची कुणालाही गरज नसते. तर ही पाण्याखालील वीजस्थानके अडचणीच्या वेळांना जमिनीवरील वीजस्थानकांच्या उपयोगी पडतात. पण त्यासाठी, दिवसभराच्या कामासाठी, त्यांची पूर्वतयारी करावी लागते – सिलिंडरमधून पाण्याचा उपसा केला पाहिजे. वीजेच्या पंपांच्या साह्याने रात्रीच्या वेळी हे काम सहज करता येईल. तेव्हा वीजस्थानकांपाशी भरपूर ऊर्जा असते. पाण्याखालील स्थानके वीजेच्या ऊर्जेचा "राखीव साठा" म्हणून राहतील.

एव्हाना तुझ्या ध्यानात आले असेल की, इंधन अथवा पाणी स्वतः ऊर्जा बनवीत नाहीत. सूर्याच्या ऊर्जेचे ते केवळ "साठे" आहेत.

त्यांच्याविना चालणार नाही का? सूर्यापासून थेट ऊर्जा घेता येणार नाही? घेता येईल. ऐक.











५८

सूर्यकिरणांमधील ऊर्जा

"सूर्य सदा राहो," एक बालगीत आहे. जेव्हा सूर्य असतो, खूप प्रकाश आणि उबदारपणा असतो, जेव्हा ऊन खाणे आणि पोहणे शक्य असते, रसदार सफरचंदे व लालबुंद गोड कलिंगडे खाता येतात, तेव्हा फार मजा असते.

पण सूर्य केवळ ऊन देण्यासाठी नाही. ऊन देणे हे त्याच्या अनेक कामांपैकी एक काम. मुख्य काम दुसरेच आहे.

सूर्याची ऊर्जा – पृथ्वीवरील सर्व जीवसृष्टीचा आरंभ. सूर्यकिरणांखाली अंकुर फुटतात, फळे पिकतात, गहू पिकतो, झाडे आकाशाच्या दिशेने वाढतात, जमिनीवर गवताचा हिरवागार गालिचा पसरतो.

जेथे पाणी नाही अशा वाळवंटात सूर्यकिरणांच्या उष्णतेखाली वाळू तप्त होते आणि पाषाण तडकतात. तेथे सूर्याची जीवनदायी ऊर्जा नाशकारी ठरते, अनावश्यक ठरते.

"अनावश्यक" सूर्य-ऊर्जा केवळ वाळवंटांमध्येच नाही. प्रत्येक सूर्यकिरणाला स्वतःचे गवताचे पाते अथवा झाडाचे पान सापडतेच असे नाही. शहरातील डांबरी रस्ते आणि घरांची छपरेसुद्धा सूर्य तापवतो... ही "जादा" ऊर्जा उपयोगात कशी आणावी याबाबत माणसे फार पूर्वीपासून विचार करीत होती.

त्यांनी वेगवेगळी सूर्य-उपकरणे तयार केली. एक अत्यंत साधे उपकरण – विशालन भिंग. होय-होय, तेच ते, कदाचित तुझ्या हाती कधीतरी आले असेल. सूर्यप्रकाशाला एका बारीक किरणात ते एकवटते आणि तो किरण लाकडाच्या तुकड्यातून अथवा कागदाच्या कपट्यातून किंवा तुझ्या विजारीमधून धूर काढतो. काच – भिंग – जेवढी मोठी, तेवढा प्रखर सूर्यकिरण. विजार जाळायला अगदी छोटे भिंग पुरेसे असते. सूर्यप्रकाशित दिवशी किटलीभर पाणी उकळायला ट्रॅक्टरच्या चाकाएवढे भिंग पाहिजे. आणि बादलीभर किंवा पिंपभर पाणी उकळायला? भिंग खूप मोठे पाहिजे.

सूर्याची ऊर्जा "पकडण्याची" ही काही सर्वोत्तम रीत नव्हे.

अंतराळयानांना ऊर्जा देणाऱ्या सौर बॅटऱ्यांबाबत कदाचित तू ऐकले असशील. बहुधा त्यांची चित्रे पाहिली असशील. पंखाकार जाळ्यांप्रमाणे त्या असतात. खास

पदार्थांपासून बनवितात–अर्धवाहक. सूर्यकिरणांच्या आघातांपासून त्यांच्यात वीज निर्माण होते.

मोटारींमधील सर्वसामान्य बॅटरींप्रमाणेच त्यांना प्रभारीत करतात. म्हणून अंतराळयांनांमध्ये नेहमी वीज-ऊर्जा असते.

अद्याप सौर-बॅटऱ्या तितकेसे चांगले कार्य करीत नाहीत. पकडलेल्या सूर्य-ऊर्जेच्या अवघ्या एक-दशांश भागाची वीज त्या बनवू शकतात. म्हणून जेथे दुसऱ्या मार्गाने ऊर्जा प्राप्त करणे शक्यच नाही अशा अंतरिक्षात केवळ त्यांचा वापर करतात.

पण जर बॅटऱ्या किमानपक्षी तिप्पट चांगल्या काम करू शकल्या, तर त्यांना पृथ्वीवरही वापरता येईल. सौर वीजस्थानके बहुधा वाळवंटांमध्ये उभारली जातील. तापलेल्या वाळूवर प्रचंड अर्धवाहक "पांघरुण" पसरतील. सूर्यकिरणे त्याला स्वतःची ऊर्जा देतील व तिचे विजेच्या प्रवाहात रूपांतर होईल. ती वीज स्थानकात गोळा करतील व तारांमार्फत घरांना, शाळांना, कारखान्यांना व गिरण्यांना वीजपुरवठा होईल.

पण सूर्य आपल्याकडे पाठवतो तेवढी सर्व ऊर्जा पृथ्वीच्या पृष्ठभागापर्यंत पोहोचत नाही. आपला ग्रह दाट वातावरणाच्या, ढगांच्या थरांमध्ये गुरफटलेला आहे. म्हणून "अर्धवाहक" वीजस्थानक अंतराळात पाठविण्याचा शास्त्रज्ञांचा इरादा आहे. तेथे सूर्यकिरणांना कुठलाही अडथळा येणार नाही. ह्या स्थानकात उत्पादित झालेल्या वीजेचे प्रभावी रेडिओलहरीच्या शलाकेत रूपांतर होईल व ती पृथ्वीकडे येईल. पृथ्वीवर त्या शलाकेचे परत विद्युतप्रवाहात रूपांतर घडेल.

आणखी एका सौर-प्रकल्पाचा शास्त्रज्ञ विचार करीत आहेत. खुद्द निसर्गानेच तो "सुचविला" आहे.

तुला एव्हाना माहीत आहे की, वनस्पतींना आणि प्राण्यांना सूर्यापासून ऊर्जा मिळते. झाडांची पाने व गवतांची पाती आधाशीपणे सूर्याची किरणे पितात. वनस्पतींच्या पेशींमधील एका पदार्थाचे ऊर्जेमुळे दुसऱ्या पदार्थात रूपांतर होते. त्यांच्यात ऊर्जेचा साठा होतो. पण ही ऊर्जा आता सौर नसते, तर रासायनिक असते. जेव्हा आपण पाव खातो व दूध पितो, तेव्हा ह्या ऊर्जेचा वापर करतो. अन्नपदार्थ म्हणजे माणसांच्या दृष्टीने ऊर्जेचे उगमस्थान, जसे सूर्य हा वनस्पतींच्या ऊर्जेचे उगमस्थान.

सूर्याचा वापर कसा करायचा हे जर वनस्पतींच्या पेशींकडून समजले तर किती

 बहार होईल. मग सजीव पेशीपेक्षा अब्जावधी पटींनी सामर्थ्यवान कृत्रिम "पेशी-कारखाने" उभारता येतील.

तेव्हा वाळवंटांमध्ये व जेथे सूर्यप्रकाश खूप आहे अशा सर्वच ठिकाणी आश्चर्यकारक ऊर्जा-क्षेत्रे निर्माण होतील. जरा कल्पना कर. वाळवंटाच्या पिवळ्या वाळूत, दक्षिणेकडील तळपत्या सूर्याखाली पारदर्शी नलिकांची सर्पाकृती वेटोळी चमकत आहेत. त्या नलिकांमधून "जिवंत" अथवा रसायनशास्त्रज्ञ म्हणतात तशा जैव मिश्रणांच्या नद्या वाहताहेत. वनस्पतींच्या पेशींमध्ये असतात तसलेच द्रव. ही मिश्रणे सूर्यकिरणांचे आधाशीपणे पान करतात व नवे पदार्थ अस्तित्वात येतात. रासायनिक ऊर्जेने "प्रभारीत" झालेले. पंपांमार्फत मिश्रणांना कारखान्यांच्या कर्मशाळांमध्ये नेतात. तेथे त्यांना गाळण्यांमधून गाळतात आणि ऊर्जासंपन्न उत्पादने प्राप्त करतात. हे "पीक" गोळा केल्यानंतर, मिश्रणामध्ये आवश्यक पदार्थ मिसळतात व पुन्हा ते ऊर्जेच्या शोधात धाडतात.

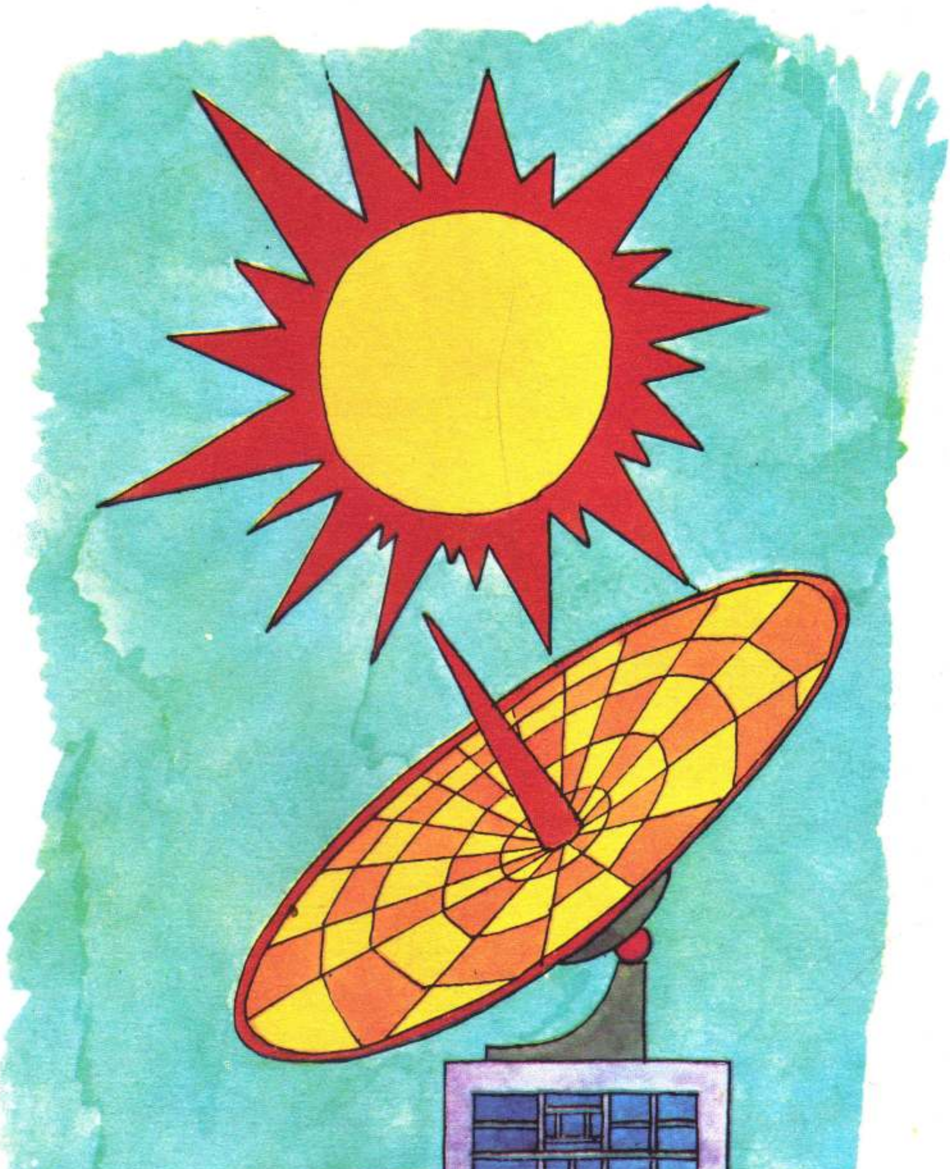
अनादी काळापासून माणसे हेच करीत आली आहेत. जमिनीत बियाणे पेरतात, त्यांची निगराणी करतात आणि सूर्यप्रकाशात पीक मोठे होऊन स्वतःच्या पेशींमध्ये पोषक द्रव्य भरून घेईपर्यंत संयमाने वाट पाहतात. पीक कापतात आणि त्याचे बियाणे पुढील पिकासाठी गोळा करतात. नंतर पिकाचे "शेंडे" (गहू, राय अथवा टोमॅटो) किंवा "मुळे" (बटाटे, गाजरे, बीटकंद) खातात.

कृत्रिम "सौर" क्षेत्रांसाठी खूप प्रशस्त जागा लागते. पृथ्वीवर अशा जागा भरपूर आहेत. आफ्रिकेत विख्यात सहारा वाळवंट आहे, आशियात गोबीचे वाळवंट आहे आणि सोविएत संघात काराकूम वाळवंट आहे.

ह्या सौर "बागां" मधून लोकांना खूप ऊर्जा मिळेल? असे वाटते, खूपच मिळेल—सध्या आपण जेवढे इंधन पैदा करतो त्याच्या साठपट अधिक.

त्याशिवाय, इंधनाच्या आणि अणुच्या "साठ्यां" मध्ये सौर ऊर्जेची "भर" निसर्गाची कोणतीही हानी करणार नाही. वातावरण, पाणी आणि माती यांचे प्रदूषण करणार नाही.

फार आकर्षक काम... पण कदाचित हे केवळ कल्पनारंजन तर नव्हे? तूर्तास हे कल्पनारंजनच आहे. पण शास्त्रज्ञ एव्हाना कामाला लागलेत. एकदा ही समस्या गंभीरपणे सोडवायला घेतली, तर सौर-क्षेत्रे नक्की अवतरणार.




10



६४

पृथ्वी – वीजस्थानकातील बंब

"अवकाशयान 'पायोनियर'च्या मुख्य पॅनेलवरचा लाल दिवा चमकला व धोक्याचा इशारा ताबडतोब वाजू लागला. कामावरील वैमानिकाने यानाच्या संगणकाशी जोडलेले दळणवळणाचे बटण दाबले. धीरगंभीर इलेक्ट्रॉनिक आवाज घुमला: 'थेट समोर अज्ञात खवस्तु आहे. अंतर दीड पार्सेक. ही खवस्तु २००,००० किलोमीटर व्यासाच्या ताऱ्याभोवती वर्तुळाकार कक्षेत फिरतेय. पुढील तपशील नंतर...' वैमानिकाने त्याचा मायक्रोफोन चालू केला व पटकन घोषित केले: 'कमांडरनी मुख्य नियंत्रणकक्षात यावे...' अज्ञात खवस्तु, गूढ तारा. मोहीमेची एका अज्ञात जगाशी भेट होतेय..."

भावी अवकाश-प्रवासांबाबतच्या पुस्तकांमध्ये अशा प्रकारचा मजकूर हमखास आढळतो. जेथे गवत जांभळे आहे, आकाश काळे आहे व तारे गूढपणे चमकत आहेत अशा एका नव्या ग्रहाचा शोध. अशी पुस्तके वाचली म्हणजे जणू सर्व गूढ गोष्टी अंतरिक्षात आढळतात असे वाटते. तरीसुद्धा एक अत्यंत महत्त्वाचे गूढ, कदाचित सर्वांत गूढ, आपल्या अगदी पावलांपाशी आहे – पृथ्वीच्या खोल गर्भात.

माणसांना पृथ्वीपासून वरच्या दिशेने शेकडो किलोमीटर अंतर जाणे जमले आहे. ती चंद्रापर्यंत पोहोचली आणि मंगळ व शुक्र यांच्या दिशेने त्यांनी स्वयंचलित स्थानके सोडलीत. पण पृथ्वीच्या गर्भात मात्र फार खोलपर्यंत जाणे त्यांना अद्याप जमलेले नाही. काही तुरळक स्थळी १३ किलोमीटरपेक्षा जास्त खोलवर डोकावून पाहणे त्यांना शक्य झालेय. आणखी खोल काय चालते? पृथ्वीच्या ऐन केंद्रस्थळी?

पृथ्वी एखाद्या कठीण सालीच्या फळासारखी आहे. तिच्या सालीखाली – कवचाखाली – केंद्रक पेटते गरम आहे. तेथील तपमान भट्टीपेक्षा जास्त आहे. ह्याचा अर्थ सर्व पदार्थ ओतीव आहेत. पृष्ठभागाच्या जेवढे अधिक जवळ, तेवढे तपमान कमी. पण भूगर्भात वीस किलोमीटरवर तपमान फारच वरचे असते ६००° सें. ओतीव वस्तुमान कवचावर जोरदार दाब देते, जणू ते कवच फोडायचा प्रयत्न करीत असते. कवचातील फटींमधून ते बाहेरसुद्धा येते. वर उसळून येताना त्याला वाटेत पाणी

भेटले, तर पाणी तात्काळ उकळते, त्याची वाफ बनते आणि गरम पाण्याच्या झऱ्यां-
च्या रूपाने कवचाबाहेर पडते.

पाणी तापविण्यासाठी आणि उकळविण्यासाठी खूप इंधन जाळण्यात येते. जर नळ बसविले, तर हे पाणी थेट गावांना आणि वस्त्यांना पुरविता येईल. अनेक ठिकाणी असे करतात.

शिवाय, भूमिगत वाफ व गरम पाणी वीजस्थानकांना नेतात. नळांमधून आलेली वाफ टर्बाईनांना फिरविते व वीज-जनित्र विद्युतप्रवाह निर्माण करतो. अगदी साध्या औष्णिक वीजस्थानकांप्रमाणे. फक्त ह्या स्थानकांना वाफेच्या बंबांची गरज नाही. ते आधीच जमिनीखाली असतात. अशा वीजस्थानकांना भू-औष्णिक म्हणतात. पृथ्वीची उष्णता ती कच्चा माल म्हणून वापरतात.

सोविएत संघात अशा प्रकारचे पहिले स्थानक कामचात्कामध्ये उभारण्यात आले. १९६६ साली त्याने ओझेर्नाया नावाच्या मच्छीमारांच्या वस्तीला वीज व उष्णता यांचा पुरवठा केला. घरांना व हरीतगृहांना उष्णता पुरवितात. वस्तीमधील माणसे वर्षाचे बाराही महिने कांद्याची पाती, अजमोदा, काकड्या खाऊ शकतात.

दुसऱ्या देशांमध्येही अशी स्थानके उभारत आहेत. अलीकडेच, फ्रान्समध्ये पॅरीसच्या जवळ गरम पाण्याचे आख्खे सरोवर सापडले आहे. ह्या पाण्याला नेमके कुठे पाठविणे इष्ट ठरेल – पॅरिसनिवासींच्या घरांमध्ये अथवा वीजस्थानकावर – ह्याबाबत शास्त्रज्ञ विचारविनिमय करत आहेत.

भूमिगत बंबांचा वापर करायचा असेल तर गरम पाण्याचे झरे अथवा सरोवरे शोधलीच पाहिजेत असे नाही. "स्वतःच्या हातांनी" ते निर्माण करण्याचा इंजि-निअरांचा प्रस्ताव आहे.

दोन कूप जमिनीत खोल खणतात आणि भूपृष्ठापासून खूप खाली एका कालव्याने जोडतात. तापल्या थरांमध्ये थंड पाणी एका कूपातून सोडतात व दुसऱ्या कूपामधून गरम पाणी आणि वाफ बाहेर पडतात. भूपृष्ठाखाली सर्वत्र उष्णता आहे: मॉस्को-खाली, सहाराखाली आणि तुंद्रामध्येही. आपणा सर्वांना माहीत आहे की, तुंद्रामध्ये "बारा महिने हिवाळा आणि बाकीचा उन्हाळा." पृथ्वीच्या उष्णतेची तेथे सर्वांत जास्त गरज. पृथ्वीच्या पोटात असलेल्या ऊर्जेचा हा केवळ अंशमात्र आहे. जर ही

 ऊर्जा प्राप्त करू शकलो, तर माणसे हजारो वर्षेपर्यंत शांतपणे जगू व काम करू शकतील.

पण अंतरिक्षात उड्डाण करण्यापेक्षाही पृथ्वीच्या पोटातील ऊर्जा प्राप्त करणे अनेकपटींनी अवघड आहे. सध्या कूपांच्या मदतीने पृथ्वीच्या गर्भात निदान "डोकावून" पाहता येते. महाप्रचंड रंध्र्याच्या पात्यांनी हे कूप जमिनीमध्ये खोदतात. यांत्रिक दाताचे पोलादी नळ सावकाशपणे अनेक किलोमीटर खोलवर गोल फिरत जातात. पण खोली फार असेल तर पाईपचा लांब दांडा त्यांच्याच वजनाखाली मोडेल. भूगर्भाचे गंभीरपणे प्रवास करण्यासाठी अगदी नवीन असे काहीतरी शोधले पाहिजे — खास पाताळवाहन.

सोविएत संघात पाताळवाहन तयार करण्यात आले. जिवंत चिचुंद्रीच्या कार्याच्या धर्तीवर. चिचुंद्री तीक्ष्ण दातांनी प्रथम जमीन भुसभुशीत बनविते आणि नंतर डोके वळवून धडक मारते व पटकन पुढे घुसते.

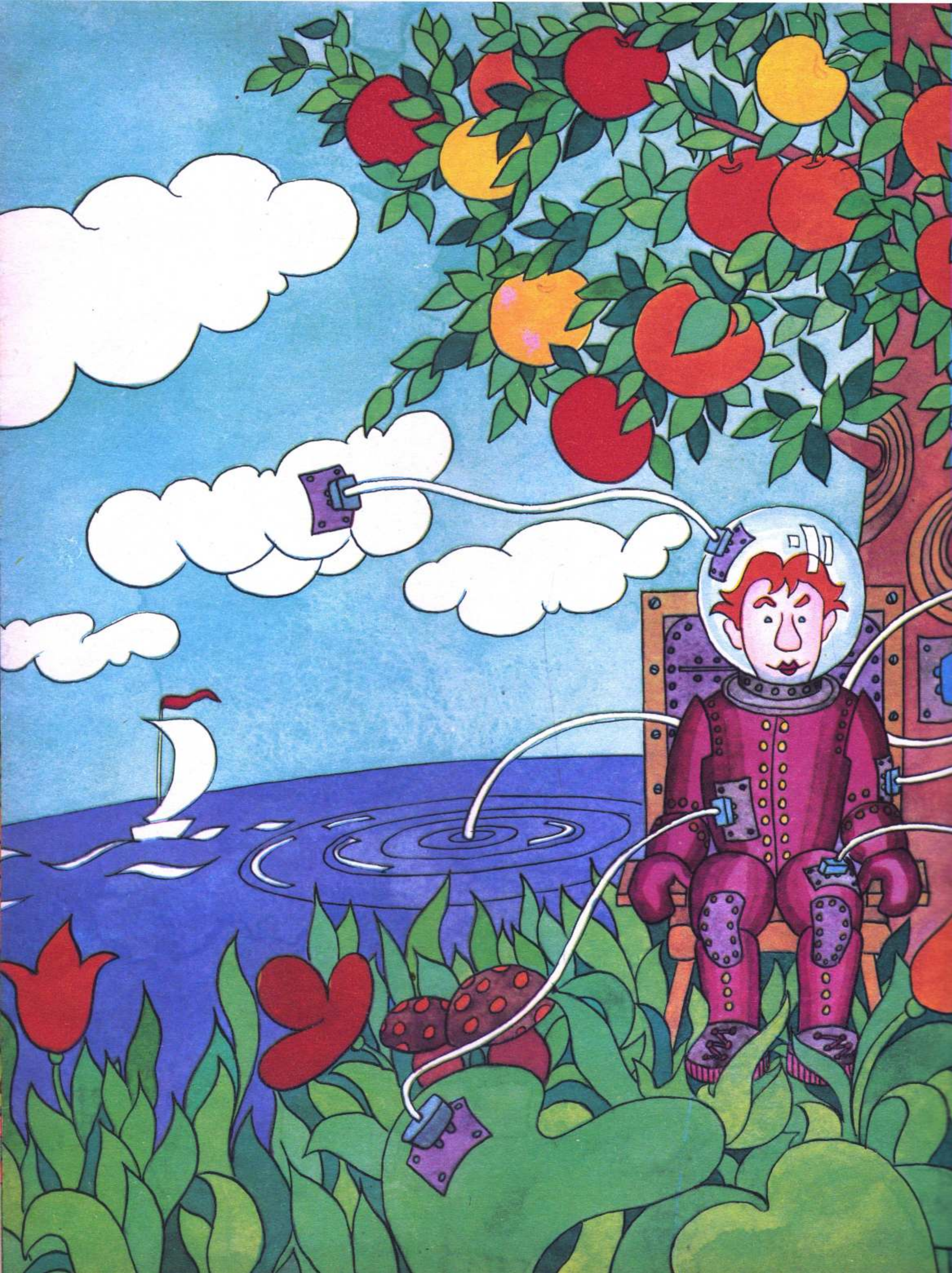
यांत्रिक "चिचुंद्री"ला भक्कम पोलादी दात बसविले, बळकट फिरती "मान" बसविली आणि भुकटीवर चालणारे इंजिन लावले. चाचणीच्या वेळी हे यंत्र खूप खोलपर्यंत जमिनीत घुसले — सात किलोमीटर.

तेव्हा अशी सहज शक्यता आहे की, कधीतरी वैज्ञानिक नवलकथेत नव्हे, तर वर्तमानपत्रात आपण वाचू — पाताळवाहनामधून पृथ्वीच्या पोटात केंद्रभागापर्यंत वार्ताहराने केलेल्या सफरीचा वृत्तांत.











विद्युत स्नायू

जवळजवळ प्रत्येक प्रकरणात आम्ही विजेचा हमखास उल्लेख करतो हे तुझ्या ध्यानात आले का ? आम्ही औष्णिक ऊर्जेबाबत बोलत असू , आण्विक अथवा पाण्याच्या ऊर्जेबाबत बोलत असू , पण सरतेशेवटी वीजस्थानकाचा उल्लेख येतोच .

वीजनिर्मितीसाठी माणसे औष्णिक ऊर्जेचा एक-तृतीयांश हिस्सा खर्च करतात. नद्यांपासून आपण घेत असलेली सर्व ऊर्जा वीजनिर्मितीसाठी वापरली जाते. आणि वीजनिर्मिती करायची असली, तरच न्यूक्लीय ऊर्जेची आपल्याला गरज आहे. ही काही योगायोगाची बाब नव्हे.

वीज म्हणजे ऊर्जेचा सर्वांत "सक्षम" प्रकार. ही ऊर्जा सर्व काही अथवा जवळ-जवळ सर्व काही करू शकते.

आपल्या युगाला वेगवेगळी नावे आहेत. न्यूक्लीय युग म्हणतात, अग्निबाणांचे आणि अंतराळ युगही म्हणतात. पण सर्वांत योग्य नाव होते आणि राहणार: विजेचे युग.

हे सिद्ध करण्याची गरज नाही. नुसते सभोवार पाहणे पुरेसे आहे. आपल्या घरांमध्ये: विजेच्या इस्त्र्या, विजेचे झाडू, टेलीव्हिजन, रेडिओ, दाढी करण्याची विजेवर चालणारी यंत्रे, विजेचे दिवे, लिफ्ट. रस्त्यांवर: ट्राम, ट्रॉलीबस. लोह-मार्गावर: लोकल आगगाड्या. जमिनीखाली: मेत्रो. वीज: म्हणजे कारखान्यांमध्ये चालणारी अब्जावधी इंजिने, इलेक्ट्रॉनिक संगणक... जर वीज अचानक नाहीशी झाली, तर आपले जगणे फार अवघड होईल.

वापर करता येईल अशी वीज निसर्गात नाही. विद्युल्लता चमकते, मेघगर्जना होते. बस्स. कोळसा, तेल किंवा जलऊर्जेप्रमाणे नैसर्गिक साठ्यांमधून "तयार वीज" घेता येत नाही. वीज अस्तित्वात येण्याचे श्रेय माणसाच्या बुद्धीकडे जाते.

असे सांगतात, फार फार पूर्वी, प्राध्यापक लुईजी गाल्वानी स्वतःच्या घरात विद्यार्थ्यांना व्याख्यान देत होते. शेकोटीपाशी त्यांची बायको पोलादी सुरीने बेडकांच्या कातडी सोलत होती, जेवणाची तयारी करीत होती. सोललेल्या बेडक्या ती कथलाच्या थाळीत ठेवत होती. नवऱ्याचे व्याख्यान ऐकता ऐकता तिच्या हातून सुरी खाली

पडली. ती सुरी थाळीतील बेडकीच्या तंगडीवर पडली व तिचे एक टोक थाळीच्या
कडेशी घासले. तंगडी अशी ताडकन उडाली जणू मेलेली बेडकी थाळीमधून उडी मारून पळायच्या बेतात होती. सीनोराने नवऱ्याला ही हकीकत सांगितली. प्राध्यापक महाशयांनी हा प्रयोग अनेकवार केला व निष्कर्ष काढला की, "प्राण्यामधील विजेचा" त्यांनी शोध लावला. त्यांच्या मते जिवंत देहात वीज असते व तिच्यामार्फत मेंदूचे आणि स्नायूंचे कार्य चालते.

पण ह्या कोड्याचे अचूक उत्तर शोधले श्रेष्ठ भौतिकशास्त्रज्ञ अलेस्सान्द्रो वोल्टा यांनी. त्यांचा "प्राण्यामधील विजेवर" विश्वास नव्हता. गाल्वानींच्या प्रयोगांमधील बेडकी केवळ योगायोग होती. वोल्टा म्हणाले की, दोन वेगवेगळ्या धातूंच्या – पोलाद व कथील – घर्षणामुळे वीज निर्माण झाली होती. बेडकीची तंगडी केवळ वाहक ठरली. तांब्याची साधी तार असते तशी. नऊ वर्षांनंतर त्यांनी हे व्यवहारात सिद्ध केले. तांबे आणि जस्त यांचा संयोग घडवून त्यांनी विद्युतप्रवाह निर्माण केला व त्या उपकरणाला गाल्वानींच्या गौरवाखातर गाल्वानी-मूलद्रव्य असे नांव दिले.

विजेची रहस्ये अभ्यासण्यास ह्या मूलद्रव्यांचा शास्त्रज्ञांना अनेक वर्षेपर्यंत उपयोग झाला. पहिल्या विद्युतचुंबकांना त्यांनी प्रवाह दिला. रशियन भौतिकशास्त्रज्ञ वि. वि. पेत्रोव यांनी त्यांच्या साह्याने प्रकाशाचा पहिला विद्युतउगम पेटविला – वोल्टाची प्रज्योत.

पण वोल्टाची मूलद्रव्ये फार दुबळी होती. पुरेशी वीज प्राप्त करण्यासाठी उंच आणि अवजड मनोरे उभारावे लागत होते. म्हणून त्यांना "चिति" म्हणत.

मागील शतकाच्या आरंभी लंडनमधील पुस्तकबांधणीच्या एका दुकानदाराने चौदा वर्षांच्या एका मुलाला शिकाऊ उमेदवार म्हणून घेतले. एका गरीब लोहाराचा तो मुलगा होता, त्याने प्राथमिक शाळेतील शिक्षणसुद्धा पुरे केले नव्हते. पण त्याचा स्वभाव चौकस होता आणि वाचनाची त्याला आवड होती. त्या मुलाचे नाव मायकेल फॅराडे. एक दिवस तो एन्सायक्लोपीडिया ब्रिटानिकाच्या एका खंडाची बांधणी करीत होता. त्यावेळी त्याने त्यात विजेबद्दलचा लेख वाचला. विजेच्या अद्भुत गुणांनी मायकेल थक्क झाला. जुन्या धातूच्या आणि तारांच्या तुकड्यांपासून तो विजेची वेगवेगळी उपकरणे बनवू लागला व त्यांच्या साहृयाने प्रयोग करू लागला.

फॅराडेच्या ध्यानात आले की, विजेचा प्रवाह वाहून नेणाऱ्या तारेभोवती नेहमी

 चुंबकीय क्षेत्र निर्माण होते. लोखंडाच्या चुऱ्याची वर्तुळे आठवतात? अगदी तसेच. "विजेचे चुंबकत्वात रूपांतर होते!" – शास्त्रीय पत्रिकांमध्ये तेव्हा लिहीत.

फॅराडेच्या मनात आले की, जर विजेचे चुंबकत्वात रूपांतर करता येते, तर चुंबकत्वाचे विजेत रूपांतर करण्याची उलटी प्रक्रिया का करू नये? ह्याची सतत आठवण रहावी म्हणून त्याने स्वतःच्या फ्रॉक-कोटाच्या खिशात दोन चुंबक ठेवले. फॅराडेने शेकडो प्रयोग केले, अनेक उपकरणे बनविली. अखेरीस, नऊ वर्षांच्या परिश्रमांनंतर, १८३१ साली, शास्त्रीय नियतकालिकात एक रेखाचित्र आले. दोन चुंबकांच्या दरम्यान पातळ तांब्याची पट्टी. शेजारी चुंबकसुई. जर पट्टी फिरली, तर सुईसुद्धा फिरायची. पट्टी थांबली तर सुई पूर्ववत व्हायची. फॅराडेने खुलासा केला की, जेव्हा पट्टी वळते, तेव्हा चुंबक तिच्यात विजेचा प्रवाह निर्माण करतात. वीजप्रवाह "चुंबकत्व" निर्माण करतो, म्हणून चुंबकसुई हलते. "पट्टी वळली" तेव्हा लक्षपूर्वक पाहिले? जर ती वळली नाही, तर वीजप्रवाह नाही. आपण आता याबाबत असे म्हणतो: हालचालीच्या यांत्रिक ऊर्जेचे विजेमध्ये रूपांतर करतात.

फॅराडेच्या उपकरणाला म्हणत: विद्युतयांत्रिक जनित्र. म्हणजे यांत्रिक ऊर्जेपासून वीज-ऊर्जा बनविणारे उपकरण. एवढे खरे, अस्सल जनित्र त्यानंतर तीस वर्षांनी बनविण्यात आला. पण फॅराडेच्या प्रयोगांनी आधुनिक विद्युत ऊर्जाशास्त्राची वाट सुरू करून दिली. सध्या जवळजवळ सर्व वीज विद्युतयांत्रिक जनित्रांमार्फत निर्माण करतात. त्यांना वेगवेगळी नावे आहेत. जर जनित्र वाफेच्या टर्बाईनांवर चालत असेल, तर टर्बोजनित्र. जर पाण्याच्या टर्बाईनवर चालत असेल, तर जलजनित्र. पण त्यामुळे कामात फरक पडत नाही. मात्र, फॅराडेच्या उपकरणातील तांब्याची पट्टी आधुनिक जनित्रांमध्ये नाही. चुंबकीय क्षेत्रात फिरणाऱ्या तांब्याच्या तारा वीज निर्माण करतात.

फॅराडेच्या शोधानंतर काही वर्षांनी, १८३८ साली, रशियन शास्त्रज्ञ बो. स. याकोबी यांनी पहिले विजेचे इंजिन तयार केले. ते इंजिन सर्व उलट रीतीने काम करायचे. विजेच्या ऊर्जेचे ते हालचालीत रूपांतर करायचे. याकोबी यांनी ते इंजिन होडीत बसविले, 'याकोबीची विजेवरची बोट' असे तिला नाव दिले आणि नेवा नदीवर तिची चाचणी घेतली. त्या काळात वर्तमानपत्रांमध्ये छापले

होते : " ...१२ उतारूंना घेऊन बोट विद्युतयांत्रिकी शक्तीवर चालली ... प्रवाहाविरुद्ध, समोरून जोरदार वारे वाहात असूनही चालली ..."

हे दोन शोध म्हणजे विद्युतयुगाचा आरंभ असे मानायला हरकत नाही .

सगळ्या नव्या गोष्टींच्या बाबतीत घडते त्याचप्रमाणे, विजेचा ताबडतोब स्वीकार झाला नाही. पॅरिसच्या रस्त्यांवर "रशियन प्रकाश" जेव्हा प्रथम उजळला – याब्लोच्कोवचे रस्त्यावरील दिवे जेव्हा पेटले (इ. स. १८७६), त्यानंतर विजेवर लोकांचा विश्वास बसला.

तर वीज म्हणजे काय? क्रमिक पुस्तकांमध्ये लिहिलेले असते की, विद्युतप्रवाह म्हणजे इलेक्ट्रॉनांचा प्रवाह. अणुची रचना आठवते? मध्यभागी केंद्रक आणि जणू त्याला बांधल्याप्रमाणे इलेक्ट्रॉन त्याच्याभोवती फिरतात. पण केंद्रकाशी "बांधलेले" सर्वच इलेक्ट्रॉन सारख्या पद्धतीने जखडलेले नसतात. एक घट्टपणे, तर दुसरा तेवढा घट्ट नव्हे. हे "घट्ट न बांधलेले" इलेक्ट्रॉन प्रवाह निर्माण करतात. ते स्वतःच्या अणुला सहज सोडतात आणि भटके प्रवासी बनतात. धातूंमध्ये असे स्वतंत्र इलेक्ट्रॉन जास्त प्रमाणात आढळतात. तेथे त्यांची मुक्त भटकंती चालते. कधी परक्याच्या घरात घुसतात – दुसऱ्या अणुंना चिकटतात –, तर कधी पुन्हा भटकंती सुरू करतात. पण असा मुक्त संचार म्हणजे अद्याप वीज नव्हे. एकमार्गी रस्त्यावरून मोटारी जातात त्याप्रमाणे जेव्हा सगळे स्वतंत्र इलेक्ट्रॉन एकाच दिशेने जाऊ लागतात तेव्हा विजेचा प्रवाह निर्माण होतो. मोटारी माणसे चालवतात. विद्युतयांत्रिक जनित्रांच्या तारांमधील इलेक्ट्रॉनना चुंबक चालवतात. सर्व इलेक्ट्रॉनना एकाच दिशेने जाण्यास ते चुंबक भाग पाडतात.

विजेने माणसांच्या जीवनात खरीखुरी क्रांती घडवून आणली.

गिरण्यांमध्ये वाफेवर चालणारी यंत्रे अनावश्यक बनली. त्यांची जागा विजेच्या इंजिनांनी घेतली. विजेची तार ऊर्जा देते आणि विजेचे इंजिन तिचे हालचालीत रूपांतर करते. एवढे खरे, वाहतुकीच्या पेट्रोलवर चालणाऱ्या इंजिनाशी ते स्पर्धा करू शकत नाही. सरतेशेवटी, विमान अथवा मोटार स्वतःबरोबर विजेची तार ओढून नेऊ शकत नाहीत. तरीही, सार्वजनिक वाहतुकीत एक नवा मार्ग सापडला. लोहमार्गांवर व रस्त्यांवर विजेच्या तारा टांगल्या. आगगाड्यांच्या, ट्रामगाड्यांच्या व ट्रॉलीबसगाड्यांच्या टपांवर वीज गोळा करणारे करंडे बसविले. विजेच्या जनित्रां-

 मधील वीज तारांमधून वाहात असते व तारांना लगटून विजेचे करंडे घसरत असतात आणि इंजिन चाकांना फिरविते.

आपल्या घरगुती जीवनात विजेने काय काय केलेय, त्याबद्दल बोलण्याची आवश्यकताच नाही. सांगा पाहू : विजेच्या दिव्याविना आपण जगू शकू? किंवा टेलीव्हिजन, कपडे धुण्याचे यंत्र, फरशी पुसण्याचे यंत्र, लिफ्ट, टेलीफोन यांच्याविना? अर्थात, जगू शकू. पण आयुष्य अवघड आणि नीरस होईल. ना कधी सिनेमा पहायला जाणे, ना रेडिओ ऐकणे.

सरतेशेवटी, सिनेमा महत्त्वाचा नव्हे. वीज म्हणजे आपल्या उद्योगधंद्यांची प्रमुख ऊर्जा आहे.

वीज प्राप्त करण्यासाठी माणसे तीन "साखळया" वापरतात.

सर्वांत महत्त्वाची साखळी – इंधन. दुसऱ्या स्थानी – जलविद्युतस्थानके. आणि अखेरची – आण्विक विद्युतस्थानके.

पण नेहमीच अशी परिस्थिती राहील असे मुळीच नव्हे. आणखी वीस-तीस वर्षांनंतर चित्र पालटेल. आण्विक स्थानके अर्धी वीज निर्माण करीत असतील. आत्तासुद्धा फारसे विपुल नसलेले इंधन लोक काटकसरीने खर्च करतील. आणि आज वाफेवरची आगगाडीची इंजिने जशी दुर्मीळ दृष्टीस पडतात, तशी औष्णिक वीज-स्थानके दुर्मीळ बनतील.

स्थानकांमधून वीज नदीप्रमाणे वाहात असते. नदीप्रमाणेच तिचा मार्ग असतो – विजेची तार. आणि अस्सल नदीसारखाच उगम असतो – विजेचा जनित्र. नदीप्रमाणेच वीज स्वत:बरोबर ऊर्जेचा प्रभार घेऊन जाते आणि वेगवेगळया यंत्रांना कामाला लावते : चक्की, हातोडे, यंत्रे ... खरी नदी अनेक छोटचा प्रवाहांची आणि निर्झरांची मिळून बनते. पण विजेचा प्रवाह त्याउलट नद्या, नाले आणि निर्झरांमध्ये विभाजित होत जातो. प्रथम तो प्रभावी असतो, वीजस्थानकामधून वीज-पारेषकांच्या तारमार्गांमधून पूर्ण प्रवाह बाहेर पडतो. शहरांच्या बाहेर, रानांमध्ये, शेतांमध्ये ह्या तारमार्गांना उंच खांबांवर टांगलेले तुम्ही बहुधा पाहिले असेल. मग त्यांची उप-स्थानकांमध्ये विभागणी होते. काही भाग शहराला जातो, काही भाग खेडचाला व वस्तीला जातो. शहरातील प्रवाहाची विभागवार आणखी वाटणी होते. विभागांची कारखाने, गिरण्या, रस्ते यांच्यात वाटणी होते. अशा रीतीने अगदी मेजावरील छोटा दिवा,

टेलीव्हिजन आणि यंत्राच्या इंजिनापर्यंत त्या विजेचे वाटप होते. वीज स्वतःच्या
प्रवासाच्या अखेरी प्रकाशात, पडद्यावरील प्रतिमेत, यांत्रिक दात अगर कापणीयंत्राच्या हालचालीत, विजेच्या शेगडीच्या अथवा झोतभट्टीच्या उष्णतेत रूपांतरीत होते.

सर्वांच्या दृष्टीने वीज छान आहे. पण तिच्या उणीवाही लोकांना माहीत आहेत. सर्वप्रथम, तिला ज्या पद्धतीने प्राप्त करतात, ती त्यांना आवडत नाही. "साखळ्या" फार लांब आहेत. विशेषतः जेथे औष्णिक पद्धतीने वीज प्राप्त करतात.

विजेत रूपांतर होण्यापूर्वी ऊर्जेला किती वेळा वेष पालटावा लागतो! प्रथम इंधन जळते आणि ते उष्णता देते. मग वाफेच्या बंबांमध्ये पाणी उकळतात आणि वाफ मिळते. वाफेच्या दाबाचे हालचालीत रूपांतर करतात. केवळ त्यानंतर वीज उपलब्ध होते. (शंभर वर्षांपूर्वी आणि आतासुद्धा "साखळी" तशीच आहे. ह्या दीर्घ वाटेत खूप ऊर्जा वाया जाते. मानवजातीला व निसर्गाला हे महाग पडते. दोनापैकी एक टन इंधन आपण वाया घालवतो, "हवा गरम" करण्यासाठी. औष्णिक यंत्रे याहून अधिक चांगले काम करू शकत नाहीत. तेव्हा शास्त्रज्ञांनी व इंजिनिअरांनी विचार केला की, ह्या यंत्रांना साखळीमधून वगळले पाहिजे. उष्णतेचे थेट विजेत रूपांतर करायचे. आणि नवी यंत्रे बनविली – चुंबकीय द्रायुगतिक जनित्रे. पण ह्या जनित्रांमध्ये पाण्याचा काही संबंध नाही. त्याऐवजी तप्त वायू आहे – आयनायु. आपल्याला एव्हाना माहीत आहे की, विद्युतभारीत अनेक कणांपासून तो बनतो. हा वायू चुंबकांमधून नेल्यानंतर त्याचे कणांमध्ये विभाजन होते. एका बाजूला धन(+) आणि दुसऱ्या बाजूला ऋण (–). हे कण दोन चकत्यांवर गोळा होतात. जर ह्या चकत्या एका तारेने जोडल्या, तर त्या तारेतून विद्युतप्रवाह जाईल. पुढे सर्व नेहमी-प्रमाणे. पण म्हणतात ना, "परीकथा पटकन सांगून संपते..." प्रत्यक्षात फार अवघड गेले. प्रचंड प्रमाणातील वायूचे आयनायुत रूपांतर करणे फार कठीण आहे. त्यासाठी खूप वरचे तपमान आणि विपुल इंधन पाहिजे. अशा उच्च तपमानात यंत्रांचे सुटे भाग सुरक्षित व बिनअपायकारक राखणे अवघड आहे. त्याशिवाय अनेक "अडच-णी" आहेत. म्हणून अशी स्थानके अद्याप अगदी कमी आहेत.

विजेची दुसरी उणीव ती प्राप्त करण्याशी नाही, तर पारेषणाशी संबंधित आहे. आज ज्या मुख्य "नद्यां" मार्फत विजेचा प्रवाह वाहतो, त्या विद्युतपारेषण तारा आहेत. पण त्यांच्यात खूप उणीवा आहेत. त्यांच्यात खूप ऊर्जा वाया जाते, त्यांना

 जागा खूप लागते, त्या महागड्या आहेत आणि शहरातील अरुंद रस्त्याप्रमाणे एका वेळी त्यांची "वाहतुकक्षमता" मर्यादित असते. पुढील काळात आपल्याला अधिक ऊर्जा लागणार आणि अशा विद्युतपारेषण तारा अधिक उभाराव्या लागणार.

इंजिनिअर नवा उपाय सुचवीत आहेत. "गोठवलेल्या रूपात" ऊर्जेचा पुरवठा करायचा. असे आढळले की, काही पदार्थ खूप गोठवले, तर ते ऊर्जेला अजिबात वाया न घालविता पारेषित करतात. ओंडक्याएवढी जाड तार जेवढी ऊर्जा पारेषित करील, तेवढीच पातळ गोठवलेली तार करील. म्हणजे भविष्यकाळात तारांचे प्रचंड जाळे आवश्यक ठरणार नाही. महागड्या तांब्याची बचत होईल, ग्राहकांना अधिक वीज मिळेल आणि पारेषण तारांभोवतालची मोठी जागा पिकांसाठी मोकळी होईल.

द्रव हेलीयम वायूने तारा गोठवतात. तारेचे धातूच्या नळीत रूपांतर करतात आणि तिच्यात हेलीयम भरतात. अशी शक्यता आहे की, लौकरच विजेच्या हवाई नद्या पाताळातून वाहू लागतील.

पुस्तक संपले. सरळ कबुली देतो की, सर्व काही सांगणे जमले नाही आणि तसा इरादाही नव्हता. जमले नाही याचे कारण पुस्तक खूप लहान आहे. आणि इरादा नव्हता, कारण ह्या अवघड बाबींविषयी गंभीर शास्त्रीय पुस्तकांमध्ये खूप लिहिले आहे आणि लिहित आहेत.

माणसांच्या दृष्टीने अत्यंत महत्त्वाच्या अशा ऊर्जाशास्त्राच्या जगाशी केवळ पहिली ओळख करून देणे, एवढाच ह्या पुस्तकाचा हेतू आहे.



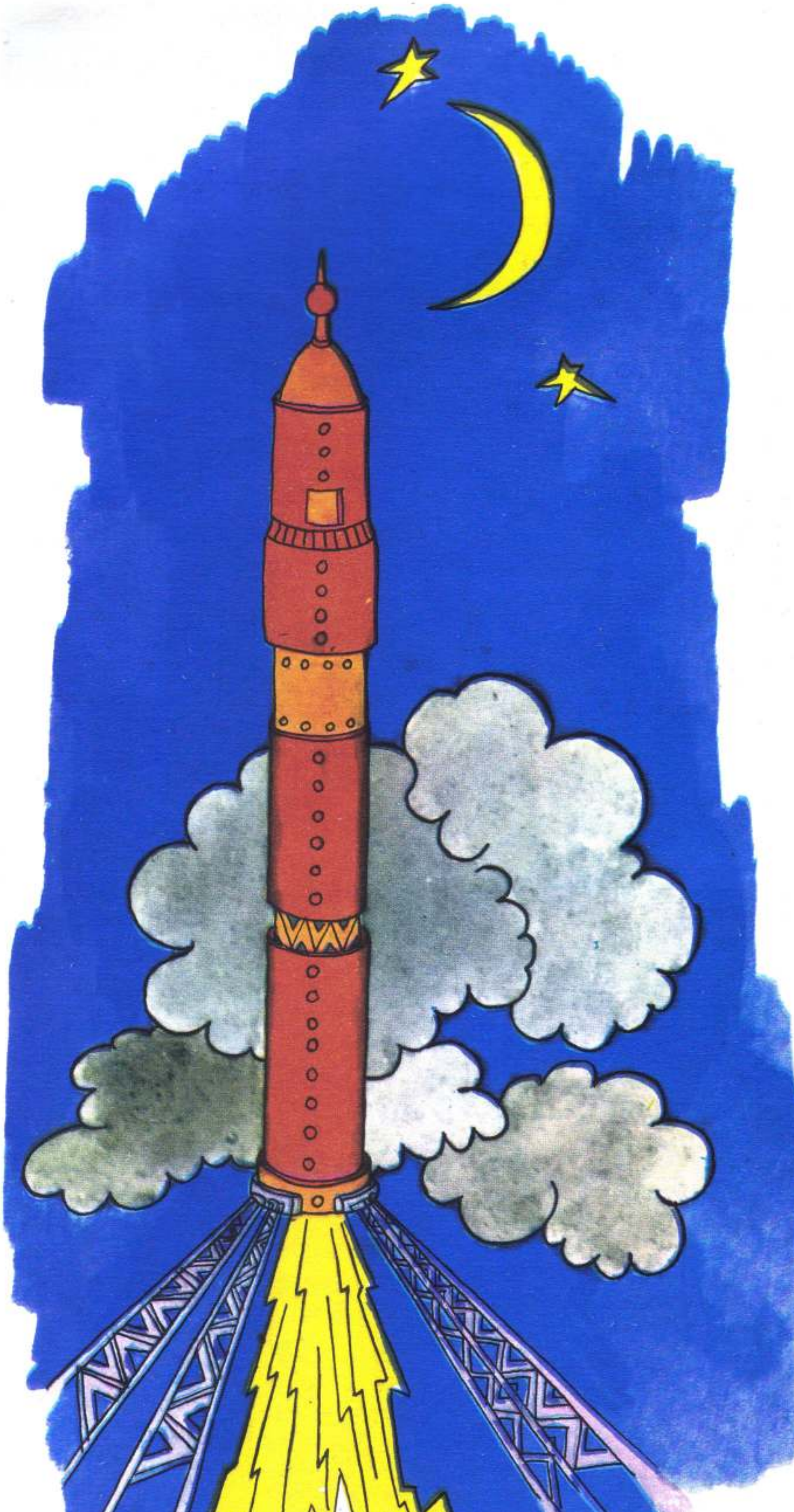
मा न नी य वा च क !

प्रस्तुत पुस्तकाबाबतची आपली मते आणि सूचना जाणून घेण्यास आम्हाला आनंद वाटेल.

रशियन आणि सोविएत साहित्याचे तुमच्या मातृभाषेतील अनुवाद आमच्या लोकांच्या संस्कृतीची व जीवनाची सखोल ओळख करून घेण्यास आपल्याला मदत करतील अशी आशा आहे.

आमचा पत्ता : 'रादुगा' प्रकाशन, १७ झूबोवस्की बुलवार, मॉस्को ११९८५९, सोविएत संघ.











ISBN 5-05-000838-7